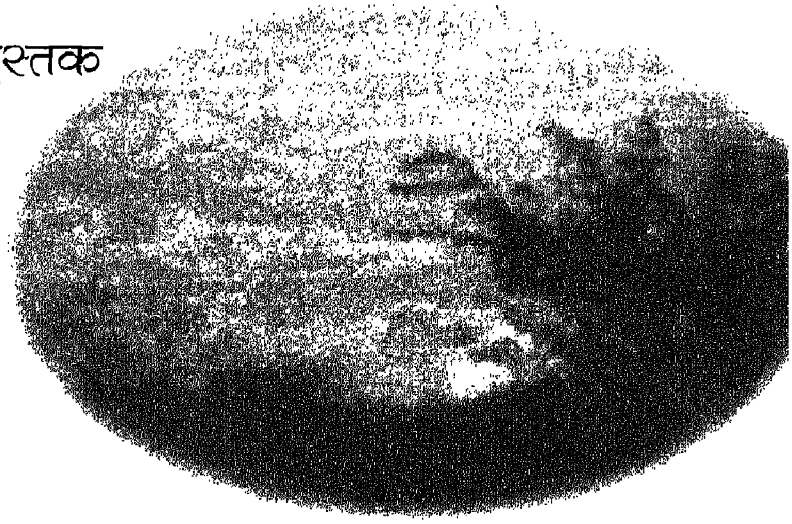
# विज्ञान एवम् प्रौद्योगिकी

कक्षा 7 के लिए पाठ्यपुस्तक




**लेखक**

के.एम.पंत — राजेन्द्र जोशी
जे.एस. गिल — एस.सी. अगरकर
कन्हैया लाल — एस.सी. जैन
रवि प्रकाश — वी.जी. जाधव
वी.पी. श्रीवास्तव — वी.एन.पी. श्रीवास्तव

**संपादक**

के.एम. पंत
राजेन्द्र जोशी



राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्
NATIONAL COUNCIL OF EDUCATIONAL RESEARCH AND TRAINING

**प्रथम संस्करण**
*अप्रैल 2003 वैशाख 1925*
**पुनर्मुद्रण**
*अक्टूबर 2003 कार्तिक 1925*

PD 150T + (260T) RP

ISBN : 81-7450-143-6



**एन.सी.ई.आर.टी. के प्रकाशन विभाग के कार्यालय**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| एन.सी.ई.आर.टी. कैंपस<br>श्री अरविंद मार्ग<br>**नई दिल्ली 110 016** | 108, 100 फीट रोड<br>हेली एक्सटेंशन, होस्केकेरे<br>बनाशंकरी III इस्टेज<br>**बैंगलूर 560 085** | नवजीवन ट्रस्ट भवन<br>डाकघर नवजीवन<br>**अहमदाबाद 380 014** | सी.डब्ल्यू.सी. कैंपस<br>निकट: धनकल बस स्टॉप<br>पनिहटी<br>**कोलकाता 700 114** | सी.डब्ल्यू.सी. कॉम्प्लैक्स<br>मालीगांव<br>**गुवाहाटी 781021** |

**प्रकाशन सहयोग**

*संपादन* : राजपाल
*उत्पादन* : अरुण चितकारा

*आवरण एवम् सज्जा*

कल्याण बैनर्जी

रु. 30.00

*एन. सी. ई. आर. टी. वाटर मार्क 80 जी. एस. एम. पेपर पर मुद्रित*

*प्रकाशन विभाग में सचिव, राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्, श्री अरविंद मार्ग, नई दिल्ली 110 016 द्वारा प्रकाशित तथा सुप्रीम ऑफसेट प्रेस, के-5, मालवीय नगर, नई दिल्ली 110 017 द्वारा मुद्रित।*

# प्राक्कथन

राष्ट्रीय शिक्षा नीति-1986 ने सामान्य शिक्षा के एक अभिन्न अंग के रूप में विज्ञान के पठन-पाठन की आवश्यकता पर बल दिया है। शिक्षा नीति में यह स्पष्टतः उल्लिखित है कि इस स्तर पर विज्ञान की शिक्षा विभिन्न शाखाओं के रूप में न होकर केवल एक विषय के रूप में दी जाए। तथापि, गत सत्रह वर्षों के दौरान विज्ञान के अधिगम में अपने उचित परिप्रेक्ष्य में, विशेषकर समाज के साथ इसकी प्रासंगिकता की दृष्टि से, इसमें अत्यधिक परिवर्तन हुआ है। प्रौद्योगिकी की उन्नति ने हर क्षेत्र में बच्चों को इस प्रकार की शिक्षा प्रदान करना अनिवार्य बना दिया है जो विज्ञान, प्रौद्योगिकी और समाज में परस्पर स्पष्ट रूपेण संबंध स्थापित कर सके और इस प्रकार के प्रौद्योगिकी-आधारित समाज में प्रभावपूर्ण ढंग से जीवनयापन के लिए आवश्यक ज्ञान एवम् कौशल प्रदान करने में सक्षम हो।

प्रस्तुत पाठ्यपुस्तक, जो कि कक्षा 6 के लिए विज्ञान एवम् प्रौद्योगिकी की पाठ्यपुस्तक की सांतत्यक है, राष्ट्रीय शिक्षा नीति पर आधारित *विद्यालयी शिक्षा में राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा-2000* में निरूपित आकांक्षाओं की पूर्ति हेतु लिखी गई है। इस पुस्तक द्वारा विज्ञान और प्रौद्योगिकी को प्रस्तुत करने हेतु एक सार्थक प्रयास करके वर्तमान मानवीय प्रयासों के अधिकांश क्षेत्रों को सम्मिलित किया गया है। वांछित उद्देश्यों की पूर्ति के लिए इस पुस्तक में कुछ विषयों जैसे पृथ्वी पर जीवन, द्रव्य की संरचना, मापन, हमारा भोजन तथा स्वास्थ्य एवम् रोग को सम्मिलित किया गया है। ऐसा करने में पिछली पुस्तक से कुछ लुप्तप्राय विषयों को निकाल दिया गया है।

पुस्तक में सम्मिलित विषय-वस्तु और सुझाए गए क्रियाकलापों को समकालीन संदर्भों और कौशलों एवम् अभिवृत्तियों को विकसित कर ज्ञान प्रदान करने के लिए संगठित किया गया है। हमारे देश की विभिन्न आवश्यकताओं, व्यापक विद्यालयी पद्धतियों की पृष्ठभूमि और पर्यावरण के अनुकूल सुझाए गए क्रियाकलापों से पाठ्य-सामग्री को विकसित करने का एक सार्थक प्रयास किया गया है। विषय-वस्तु को सरल भाषा में प्रस्तुत करने पर विशेष ध्यान दिया गया है। विद्यार्थियों पर विषय-वस्तु की बोध-हीनता के भार को कम करने के लिए इस पाठ्यपुस्तक में आवश्यकतानुसार चार-रंगों वाली आकृतियों का उपयोग किया गया है।

इस पुस्तक का प्रथम प्रारूप ऐसे विशेषज्ञों के एक समूह द्वारा विकसित किया गया जिन्हें अध्यापन और अनुसंधान का व्यापक अनुभव प्राप्त है। तत्पश्चात्, एक कार्यशाला में इस प्रारूप का पुनरीक्षण किया गया जिसमें शिक्षकों, शिक्षक-प्रशिक्षकों और विषय-विशेषज्ञों द्वारा विषय-वस्तु एवम् उसके प्रस्तुतीकरण की समीक्षात्मक विवेचना की गई। पुनरीक्षण कार्यशाला में प्राप्त टिप्पणियों और सुझावों पर लेखकों द्वारा विचार किया गया और प्रारूप को उपयुक्त रूप से संशोधित किया गया।

लेखन मंडल ने विज्ञान की पूर्व-पाठ्यपुस्तक के प्रयोक्ताओं से प्राप्त सुझावों और पुनर्निवेशन का उपयोग किया है। वर्तमान पुस्तक के विकास में आवश्यकतानुसार परिषद् द्वारा पूर्व प्रकाशित पाठ्यपुस्तक के संदर्भों का भी उपयोग किया गया है। प्रस्तुत पुस्तक में सुधार के लिए सुझावों का स्वागत है।

मैं लेखन मंडल के सदस्यों, इसके अध्यक्ष, संपादकों, समीक्षकों और इस पुस्तक के अनूदित संस्करण को तैयार करने से संबंधित सभी विशेषज्ञों एवम् संबद्ध संस्थानों को धन्यवाद ज्ञापित करता हूँ।

**जगमोहन सिंह राजपूत**
*निदेशक*
राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान
और प्रशिक्षण परिषद्

नई दिल्ली
*मार्च, 2003*

# आमुख

उच्चतर माध्यमिक स्तर पर विज्ञान को अभी तक सामान्य शिक्षा के एक अंग के रूप में पढ़ाया जाता रहा है। इसका शिक्षण एक विषय के रूप में किया जाता है। अब यह अनुभव किया जा रहा है कि प्रौद्योगिकी हमारे जीवन की गुणवत्ता को अधिकाधिक प्रभावित कर रही है। अतः, हमारे दैनिक जीवन में प्रौद्योगिकी को विज्ञान के विभिन्न सिद्धांतों के अनुप्रयोग पर बल देने के लिए उच्चतर प्राथमिक स्तर पर विज्ञान पाठ्यक्रम में प्रौद्योगिकी के घटक को सम्मिलित करने की आवश्यकता महसूस की गई।

उच्चतर प्राथमिक स्तर पर विज्ञान की इस पाठ्यपुस्तक में सुधार करने तथा अद्यतन करने का वर्तमान प्रयास, प्रयोक्ता समूहों से पुनर्निवेशन, ज्ञान की नवीन विचारधारा के आविर्भाव और विज्ञान-संबंधित मूल्यों के आधार पर किया गया।

उच्चतर प्राथमिक स्तर पर विज्ञान और प्रौद्योगिकी के शिक्षण से संबद्ध अध्यापकों, शिक्षाविदों, विभिन्न माध्यमिक शिक्षा बोर्डों द्वारा नामित व्यक्तियों, विभिन्न राज्यों/संघशासित प्रदेशों के शिक्षा निदेशालयों एवम् एस.सी.ई.आर.टी. के प्रतिनिधियों, सामान्यजन और विश्वविद्यालयों, महाविद्यालयों और परिषद् के संकाय सदस्यों के साथ विभिन्न स्तर पर की गई चर्चाओं से पाठ्यचर्या के संबंध में उभर कर आए कुछ प्रमुख विचार इस प्रकार हैं:

- पाठ्यचर्या को सामाजिक परिवेश और व्यक्ति विशेष के जन्म से संबद्ध पूर्वाग्रहों को निष्प्रभावित करने तथा सार्वजनिक समभाव एवम् समानता की भावना के प्रति जागरूकता का सृजन करने योग्य होना चाहिए।
- बालिका शिक्षा को विशेष बल प्रदान करने के अवसर प्रदान करना।
- पर्यावरण के संरक्षण और ऊर्जा के प्राकृतिक स्रोतों का विवेकसम्मत उपयोग।
- देशीय ज्ञान और प्राचीन काल से अब तक विज्ञान और गणित में भारत के योगदान का समुचित समावेश।
- दैनिक जीवन में विज्ञान के प्रौद्योगिकीय अनुप्रयोगों की भूमिका।
- द्रुतगामी सूचना-प्रसार एवम् संचार से संबंधित प्रौद्योगिकी की चुनौतियों का सामना करना।
- अप्रचलित और अनावश्यक विषय-वस्तु को हटाकर पाठ्यचर्या के बोझ में कमी तथा माध्यमिक स्तर पर विज्ञान और प्रौद्योगिकी के शिक्षण के लिए आवश्यक ज्ञान एवम् कौशल प्रदान करना।
- सौंदर्यपरक संवेदनशीलता का विकास और सभी सजीव वस्तुओं के प्रति संवेदना की भावना का विकास।

प्रस्तुत पाठ्यपुस्तक की विषय-वस्तु को विकसित करते समय निम्नलिखित बिंदुओं को विशेष रूप से ध्यान में रखा गया है:

(1) इस स्तर पर विज्ञान एवम् प्रौद्योगिकी के शिक्षण के लिए समाविष्ट संकल्पनाओं तथा विषय-वस्तु को एक नवीन स्वरूप दिया गया है और इन्हें एक विषय के रूप में प्रस्तुत करने का प्रयास किया गया है।

(2) पृथ्वी पर जीवन, द्रव्य की संरचना, मापन, सजीव जगत में संगठन, हमारा भोजन तथा स्वास्थ्य एवम् रोग जैसे विभिन्न शीर्षकों के अंतर्गत विषय-वस्तु का चयन करते समय न्यूनतम अधिगम स्तर के कुछ अवयवों को सम्मिलित करने का प्रयास किया गया है।

(3) इस स्तर हेतु उपयुक्त कुछ वैज्ञानिक सिद्धांतों से संबद्ध प्रौद्योगिकीय अनुप्रयोगों के समाकलन द्वारा विद्यार्थियों में वैज्ञानिक एवम् प्रौद्योगिकीय साक्षरता विकसित करने पर बल दिया गया है।

(4) विषय-वस्तु को इस ढंग से एवम् भाषा में प्रस्तुत करने का प्रयास किया गया है जिससे उच्चतर प्राथमिक स्तर पर विज्ञान और प्रौद्योगिकी की शिक्षा विद्यार्थियों को जीवन संबंधी कुछ मूल्यों को विकसित करने के अवसर प्रदान कर सके।

(5) प्रस्तुत पठन-सामग्री में अनेक क्रियाकलाप सम्मिलित किए गए हैं जिन्हें विद्यार्थी स्वयं कर सकते हैं। इनमें से अधिकांश क्रियाकलाप सरल हैं और इन्हें कम लागत एवम् देशी सामग्री का उपयोग करके विद्यालय अथवा घर में कार्यान्वित किया जा सकता है।

पाठ्यचर्या के बोझ को कम करने के उद्देश्य से तथा विषय-वस्तु को भली-भाँति समझाने के लिए पठन-सामग्री में अनेक रंगीन अंकित चित्रों का समावेश किया गया है। प्रस्तुत पाठ्यपुस्तक में छात्रों में विज्ञान के अध्ययन के प्रति रुचि बढ़ाने के लिए कुछ विशिष्ट वैज्ञानिकों के जीवन तथा कार्य का उल्लेख भी किया गया है।

मूल्यांकन को सुगम बनाने के लिए प्रत्येक अध्याय के खंड तथा अध्याय के अंत में विभिन्न स्वरूप एवम् कठिनता-स्तर के प्रश्न दिए गए हैं। शिक्षार्थियों और अध्यापकों के तात्कालिक संदर्भ के लिए प्रत्येक अध्याय के अंत में प्रमुख शब्दों की सूची और सारांश दिए गए हैं।

# लेखन मंडल


एल.एस. कोठारी **( अध्यक्ष )**
*भूतपूर्व अध्यक्ष*
भौतिकी एवम् खगोल भौतिकी विभाग
दिल्ली विश्वविद्यालय
दिल्ली

कन्हैया लाल
*भूतपूर्व प्राचार्य*
शिक्षा निदेशालय
दिल्ली सरकार
दिल्ली

रवि प्रकाश
*प्रोफेसर*
जीव विज्ञान विभाग
एम.डी. विश्वविद्यालय
रोहतक
हरियाणा

एस.सी.अगरकर
*रिसर्च साइंटिस्ट*
होमी भाभा सेंटर फॉर साइंस एजूकेशन
टी.आई.एफ.आर.
मनखुर्द, मुंबई

वी.जी.जाधव
*प्रोफेसर*
क्षेत्रीय शिक्षा संस्थान
भोपाल, मध्य प्रदेश

**एन.सी.ई.आर.टी. संकाय**
**विज्ञान एवम् गणित शिक्षा विभाग**
जे.एस.गिल, *प्रोफेसर*
वी.एन.पी. श्रीवास्तव, *प्रोफेसर*
वी.पी. श्रीवास्तव, *रीडर*
एस.सी.जैन, *प्रोफेसर*
राजेन्द्र जोशी, *लैक्चरर*
के.एम.पंत, *रीडर* **( समन्वयक )**


# हिंदी रूपांतर


कन्हैया लाल
*भूतपूर्व प्राचार्य*
शिक्षा निदेशालय
दिल्ली सरकार, दिल्ली

राम गोपाल शर्मा
*सीनियर साइंस काउंसिलर*
विज्ञान शाखा, शिक्षा निदेशालय
लाजपत नगर IV, नई दिल्ली

के.के. तिवारी
*क्षेत्रीय निदेशक*
एम.पी. भोज मुक्त विश्वविद्यालय
जबलपुर (मध्य प्रदेश)

के.एन. परगाई
*पी.जी.टी. (जीव विज्ञान)*
सर्वोदय बाल विद्यालय नं० 1
सरोजिनी नगर, नई दिल्ली

# गांधी जी का जंतर

तुम्हें एक जंतर देता हूँ। जब भी तुम्हें संदेह हो या तुम्हारा अहम् तुम पर हावी होने लगे, तो यह कसौटी आज़माओ :

जो सबसे गरीब और कमज़ोर आदमी तुमने देखा हो, उसकी शक्ल याद करो और अपने दिल से पूछो कि जो कदम उठाने का तुम विचार कर रहे हो, वह उस आदमी के लिए कितना उपयोगी होगा। क्या उससे उसे कुछ लाभ पहुँचेगा? क्या उससे वह अपने ही जीवन और भाग्य पर कुछ काबू रख सकेगा? यानी क्या उससे उन करोड़ों लोगों को स्वराज्य मिल सकेगा, जिनके पेट भूखे हैं और आत्मा अतृप्त है?

तब तुम देखोगे कि तुम्हारा संदेह मिट रहा है और अहम् समाप्त होता जा रहा है।

मो० क० गांधी

# पाठ्यपुस्तक समीक्षा कार्यगोष्ठी के सदस्य

एल.एस. कोठारी (***अध्यक्ष***)
*भूतपूर्व अध्यक्ष*
भौतिकी एवम् खगोल भौतिकी विभाग
दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली

कन्हैया लाल
*भूतपूर्व प्राचार्य*
शिक्षा निदेशालय
दिल्ली सरकार, दिल्ली

के.के. तिवारी
*प्रोफेसर एवम् मण्डलीय अध्यक्ष*
एम.पी. भोज मुक्त विश्वविद्यालय
जबलपुर, मध्य प्रदेश

ललित गुप्ता
*टी.जी.टी. (साइंस)*
राजकीय सर्वोदय बाल विद्यालय
उत्तम नगर, नई दिल्ली

पी.एल. शेखर
*टी.जी.टी. (जीव विज्ञान)*
मदर इण्टरनेशनल स्कूल
श्री अरविन्द मार्ग
नई दिल्ली

विनोद कुमार
*रीडर, रसायन विभाग*
हंसराज कॉलेज
दिल्ली विश्वविद्यालय
दिल्ली

रवि प्रकाश
*प्रोफेसर*
जीव विज्ञान विभाग
एम.डी. विश्वविद्यालय
रोहतक, हरियाणा

रेनुका मदान
*टी.जी.टी. (भौतिकी)*
एयरफोर्स गोल्डन जुबली संस्थान
सुब्रोतो पार्क, दिल्ली छावनी

मीना जैन
*टी.जी.टी. (जीव विज्ञान)*
क्षेत्रीय शिक्षण संस्थान
अजमेर, राजस्थान

एस.सी. आगरकर
*रिसर्च साइंटिस्ट*
होमी भाभा सेंटर फॉर साइंस एजूकेशन
टी.आई.एफ.आर., मनखुर्द, मुम्बई

**एन.सी.ई.आर.टी. संकाय**
**विज्ञान एवम् गणित शिक्षा विभाग**

वी.पी. श्रीवास्तव, *रीडर*
एम.पी. सिन्हा, *प्रोफेसर*
राजेन्द्र जोशी, *लैक्चरर*
एस.सी. जैन, *प्रोफेसर*
वी.जी. जाधव, *प्रोफेसर*
वी.एन.पी. श्रीवास्तव, *प्रोफेसर*
के.एम. पंत, *रीडर* (**समन्वयक**)

# भारत का संविधान

## भाग 4क

# नागरिकों के मूल कर्तव्य

**अनुच्छेद 51 क**

**मूल कर्तव्य** – भारत के प्रत्येक नागरिक का यह कर्तव्य होगा कि वह -

(क) संविधान का पालन करे और उसके आदर्शों, संस्थाओं, राष्ट्रध्वज और राष्ट्रगान का आदर करे,

(ख) स्वतंत्रता के लिए हमारे राष्ट्रीय आंदोलन को प्रेरित करने वाले उच्च आदर्शों को हृदय में संजोए रखे और उनका पालन करे,

(ग) भारत की संप्रभुता, एकता और अखंडता की रक्षा करे और उसे अक्षुण्ण बनाए रखे,

(घ) देश की रक्षा करे और आह्वान किए जाने पर राष्ट्र की सेवा करे,

(ङ) भारत के सभी लोगों में समरसता और समान भ्रातृत्व की भावना का निर्माण करे जो धर्म, भाषा और प्रदेश या वर्ग पर आधारित सभी भेदभावों से परे हो, ऐसी प्रथाओं का त्याग करे जो महिलाओं के सम्मान के विरुद्ध हों,

(च) हमारी सामासिक संस्कृति की गौरवशाली परंपरा का महत्त्व समझे और उसका परिरक्षण करे,

(छ) प्राकृतिक पर्यावरण की, जिसके अंतर्गत वन, झील, नदी और वन्य जीव हैं, रक्षा करे और उसका संवर्धन करे तथा प्राणिमात्र के प्रति दयाभाव रखे,

(ज) वैज्ञानिक दृष्टिकोण, मानववाद और ज्ञानार्जन तथा सुधार की भावना का विकास करे,

(झ) सार्वजनिक संपत्ति को सुरक्षित रखे और हिंसा से दूर रहे, और

(ञ) व्यक्तिगत और सामूहिक गतिविधियों के सभी क्षेत्रों में उत्कर्ष की ओर बढ़ने का सतत् प्रयास करे, जिससे राष्ट्र निरंतर बढ़ते हुए प्रयत्न और उपलब्धि की नई ऊंचाइयों को छू सके।

# विषय सूची



अध्याय 1

# पृथ्वी पर जीवन

आप जानते हैं कि हमारी पृथ्वी सौर-परिवार का एक सदस्य है। पिछली कक्षा में आप पढ़ चुके हैं कि पृथ्वी गोलाकार है तथा इसकी ऊपरी परत को भू-पर्पटी कहते हैं। प्रवार तथा क्रोड पृथ्वी की अन्य दो परतें हैं।

केवल पृथ्वी ही एकमात्र ऐसा ग्रह है जिस पर जीवन पाया गया है। ऐसा माना जाता है कि पृथ्वी पर पाए जाने वाले सर्वप्रथम जीव एककोशिक थे अर्थात् उनका शरीर मात्र एक कोशिका का बना होता था। जीवन की उत्पत्ति लगभग 3.5 अरब वर्ष (अथवा 350 करोड़ वर्ष) पूर्व हुई। अनुमान किया जाता है कि स्वयं पृथ्वी की आयु लगभग 4.5 अरब वर्ष है। करोड़ों वर्ष पूर्व पृथ्वी पर अतिविशिष्ट परिस्थितियाँ थीं जिनके कारण यहाँ जीवन की उत्पत्ति हुई। कालांतर में बहुकोशिक एवम् जटिल जीवों का विकास हुआ, जिसके फलस्वरूप आज पृथ्वी पर पौधे तथा प्राणियों की अनेक प्रजातियाँ पाई जाती हैं। पृथ्वी पर जीवन की उत्पत्ति एवम् विकास में लाखों वर्ष का समय लगा। एककोशिक जीव से विभिन्न प्रकार के जीवों का विकास किस प्रकार हुआ? इस विषय में आप अगली कक्षाओं में पढ़ेंगे।

पृथ्वी पर जीवन का प्रादुर्भाव एवम् विकास इसलिए संभव हो सका क्योंकि यहाँ जीवन के लिए आवश्यक सभी पदार्थ उपलब्ध थे। सभी जीवों के लिए आवश्यक पदार्थ वायु, जल, मृदा तथा खनिजों से प्राप्त होते हैं। वायु, जल, मृदा तथा खनिज पृथ्वी के प्रमुख संसाधन हैं। सूर्य से प्राप्त होने वाला प्रकाश तथा ऊष्मा ऊर्जा के मुख्य स्रोत हैं। पृथ्वी पर जीवन बनाए रखने में इनकी प्रमुख भूमिका है।

हम जानते हैं कि पौधे वायु से कार्बन डाइऑक्साइड, मृदा से जल एवम् खनिज, तथा सूर्य के प्रकाश का उपयोग अपने भोजन के संश्लेषण में करते हैं। सभी जीवों को जैव प्रक्रियाओं को चलाने के लिए भोजन, जल एवम् ऑक्सीजन की आवश्यकता होती है। जंतु अपना भोजन पौधों से अथवा अन्य जंतुओं से प्राप्त करते हैं। मनुष्य के अतिरिक्त सभी पौधे तथा जंतु पृथ्वी के संसाधनों तथा सौर ऊर्जा का उपयोग जीवनयापन के लिए ही करते हैं।

इसके विपरीत मनुष्य अपनी जैव क्रियाओं के अतिरिक्त अन्य उद्देश्यों के लिए भी इन संसाधनों का उपयोग करता है। उदाहरण के लिए, हम भवन-निर्माण, सड़क तथा बाँध बनाने के लिए चट्टानों एवम् मिट्टी, इत्यादि का उपयोग करते हैं। लोहा, ऐलुमिनियम तथा तांबा जैसी धातुओं का उपयोग बर्तन, मशीनें, तार, पुल, वायुयान एवम् भवन-निर्माण में किया जाता है। हम कोयला, पेट्रोलियम तथा प्राकृतिक गैस जैसे ईंधनों का उपयोग खाना पकाने, विद्युत् उत्पादन करने तथा स्वचालित वाहनों को चलाने के लिए करते हैं। धातुएँ तथा ईंधन खनिजों से प्राप्त होने वाले पदार्थों के कुछ उदाहरण हैं। पिछले 200 वर्षों में खनिजों तथा अन्य संसाधनों का उपयोग अनेक-गुना बढ़ा है। इसका मुख्य कारण विज्ञान एवम् प्रौद्योगिकी का विकास है।

पिछली कक्षाओं में आप पृथ्वी एवम् इसके विभिन्न घटकों, जैसे कि जल, खनिज, मिट्टी तथा वायु के विषय में पढ़ चुके हैं। इस अध्याय में आप पृथ्वी के विभिन्न संसाधनों के बारे में पढ़ेंगे।

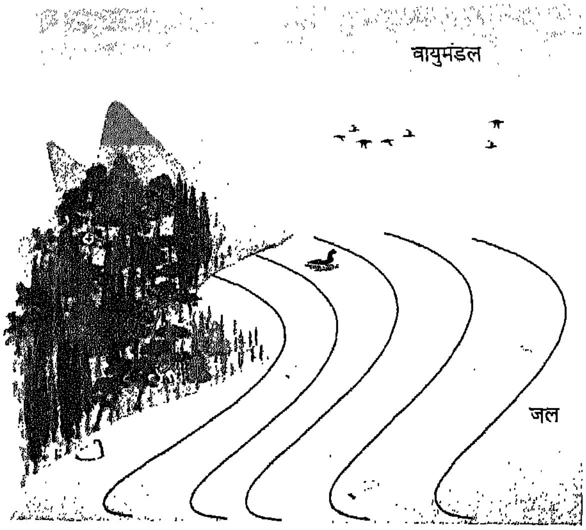
आप इस बात का भी अध्ययन करेंगे कि इन संसाधनों के असीमित उपयोग अर्थात् अतिशोषण से हमारा पर्यावरण किस प्रकार प्रभावित हुआ है। पृथ्वी के संसाधनों के संरक्षण की आवश्यकता का अध्ययन भी इस अध्याय में करेंगे।

## 1.1 पृथ्वी के संसाधन

आप जानते ही हैं कि जैव-जगत विभिन्नताओं से परिपूर्ण है। प्राणियों में प्रोटोजोआ से मनुष्य तक तथा पादपों में शैवाल से वृक्षों तक यह विभिन्नताएँ परिलक्षित होती हैं। एक ही प्रजाति अथवा समुदाय के प्राणियों एवम् पौधों के सदस्य भी अनेक गुणों में एक-दूसरे से भिन्न होते हैं। इन विभिन्नताओं के होते हुए भी सभी जीवों में अनेक समानताएँ हैं। सभी जीव कार्बन, हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा गंधक जैसे कुछ तत्वों से बने हैं। कोशिका सभी जीवों की संरचनात्मक इकाई है। जैव-प्रक्रमों की अनेक रासायनिक क्रियाएँ भी जीवों में एक समान हैं। सभी जीवों को जीवित रहने के लिए भोजन एवम् ऑक्सीजन की आवश्यकता होती है। उनका जीवन काल भी निश्चित होता है एवम् सभी जीव जनन द्वारा अपने जैसी संतति उत्पन्न करते हैं। अन्य जीवों के समान ही मनुष्यों में भी यह लक्षण समान रूप से पाए जाते हैं।

यह तो आप जानते ही हैं कि पृथ्वी पर उपलब्ध जीवनोपयोगी विभिन्न संसाधनों के कारण ही जीवन की निरंतरता एवम् विभिन्नता संभव है। भू-पर्पटी ही मुख्यतः जीवनयापन योग्य है। आप जानते ही हैं कि सर्वाधिक गहरे समुद्र से सबसे उच्च पर्वत शिखर तक

विभिन्न स्थानों पर इस भू-पर्पटी की मोटाई लगभग 35 से 60 km तक होती है। भू-पर्पटी का ठोस भाग **स्थल मंडल** कहलाता है। समुद्र, नदियाँ तथा अन्य जल स्रोत **जलमंडल** का निर्माण करते हैं तथा गैसीय आवरण **वायुमंडल** कहलाता है। स्थलमंडल, जलमंडल एवम् वायुमंडल जैव-जगत को सभी आवश्यक पदार्थ प्रदान करते हैं। सूर्य से प्राप्त प्रकाश एवम् ऊष्मा ऊर्जा के मुख्य स्रोत हैं। यह सभी सम्मिलित रूप से पृथ्वी के जैव-आवासीय क्षेत्र का निर्माण करते हैं (चित्र 1.1)।




***चित्र 1.1** भू-पर्पटी का आवास-योग्य क्षेत्र*

आप जानते ही हैं कि वायु, जल, मिट्टी तथा खनिज हमारी पृथ्वी के प्रमुख संसाधन हैं। आप पढ़ चुके हैं कि हरे पौधे भोजन संश्लेषण के लिए मिट्टी से खनिज एवम् जल, वायु से कार्बन डाइऑक्साइड तथा सूर्य के प्रकाश की ऊर्जा का उपयोग करते हैं। इस प्रक्रम में पौधे ऑक्सीजन उत्पन्न करते हैं। यह एक जीवनरक्षक पदार्थ है जिसकी आवश्यकता प्रत्येक जीव को होती है। अधिकतर जंतु अपने भोजन के लिए पौधों पर निर्भर करते हैं। अनेक शाकाहारी जीव दूसरे जंतुओं के भोजन बन जाते हैं। इसलिए कोई भी जीव पौधों के बिना जीवित नहीं रह सकता। हम भी अपने भोजन के लिए पौधों एवम् अन्य जंतुओं पर निर्भर हैं। कृषि द्वारा हम खाद्यान्नों का उत्पादन करते हैं। दूध, अंडे, मांस तथा मछली, जैसे अनेकों जंतु-उत्पाद भी हमारे भोजन में सम्मिलित हैं। इसके लिए हम गाय, बकरी, भैंस, मुर्गी तथा मछली जैसे अनेक जंतुओं का पालन करते हैं।

कृषि के अधिकतर पौधे वार्षिक अथवा द्विवार्षिक होते हैं। इनका जीवन-काल एक अथवा दो वर्ष होता है। परंतु, अनेक पौधे बहुवर्षीय भी हैं जो कई दशकों अथवा सैकड़ों वर्षों तक जीवित रहते हैं। वन इन पौधों के आरक्षित क्षेत्र हैं। वन अनेकों पौधों एवम् जंतुओं को आवास प्रदान करते हैं। इनसे हमें जलावन तथा इमारती लकड़ी जैसे अनेकों उपयोगी पदार्थ प्राप्त होते हैं। वर्षा एवम् मौसम जैसे अनेक प्राकृतिक प्रक्रमों के नियमन में भी पौधों की महत्वपूर्ण भूमिका है। इस प्रकार, वन पृथ्वी के अन्य महत्वपूर्ण संसाधन हैं। प्रत्येक देश को अपने स्थल क्षेत्र का कुछ न्यूनतम भू-भाग वन क्षेत्र के रूप में संरक्षित रखना चाहिए। हमारे देश के कुल भू-क्षेत्र का 33% क्षेत्र वन-आच्छादित क्षेत्र के लिए अनुमोदित है।

पौधों एवम् प्राणियों की उचित वृद्धि एवम् विकास के लिए खनिज भी आवश्यक हैं। पौधों को इनकी आपूर्ति मृदा (मिट्टी) द्वारा होती है तथा पौधों द्वारा यह पदार्थ जंतुओं तक पहुँच जाते हैं। खाद एवम् उर्वरक का उपयोग मिट्टी की उर्वरता बनाए रखने के लिए किया जाता है।

मनुष्य एक अति विकसित एवम् जटिल जीव है जिसका विकास अभिनव काल में हुआ है। अन्य प्राणियों की अपेक्षा मानव मस्तिष्क अधिक विकसित है। वैज्ञानिकों का मानना है कि आधुनिक मानव (होमो सेपिएन्स) का विकास मात्र 500000 वर्ष

पूर्व हुआ था। कालांतर में उसने कृषि द्वारा उपयोगी पौधों को उगाना, आवास-निर्माण एवम् सुख-सुविधा के लिए अन्य पदार्थों का उपयोग करना सीखा। संचार के साधनों एवम् भाषा के विकास ने मनुष्य को उसके अर्जित ज्ञान को दूसरों तक पहुँचाने एवम् अगली पीढ़ी को हस्तांतरित करने योग्य बनाया। प्रारंभ में ज्ञान का विकास मंद गति से हुआ, परंतु पिछले सौ वर्षों में जीवन के प्रत्येक क्षेत्र में ज्ञान का विकास अति तीव्र गति से हुआ है।

औद्योगिक क्रांति द्वारा हुए विकास में पृथ्वी के संसाधनों का दोहन अत्यंत तीव्रता से हुआ है। ऊष्मा एवम् प्रकाश के लिए उपयोग किए जाने वाले ईंधन की मात्रा कई गुना बढ़ गई है। कोयला तथा पेट्रोलियम जैसे ईंधन को जलाने के लिए ऑक्सीजन भी बहुत अधिक मात्रा में उपयोग होने लगी।

औद्योगीकरण एवम् स्वचालित यंत्रों के विकास की दर में निरंतर वृद्धि ने आग में घी का काम किया तथा स्थिति को विस्फोटक बना दिया। उपलब्ध पेय जल की मात्रा में निरंतर कमी हो रही है तथा अत्यधिक औद्योगीकरण से जलाशयों तथा जल स्रोतों के प्रदूषण से जलीय पौधों एवम् जंतुओं के लिए भी जल अनुपयुक्त हो गया है। मृदा का अपरदन तथा प्रदूषण हो रहा है तथा बढ़ती हुई मांग की आपूर्ति के लिए खनिजों का अत्यधिक दोहन हो रहा है। जलावन, टिंबर, कृषि के लिए तथा भवन, सड़क, बाँध, फैक्ट्रियों एवम् उद्योगों के निर्माण हेतु वन काटे जा रहे हैं। इस प्रकार, मनुष्य द्वारा समस्त संसाधनों का दोहन एवम् शोषण किया जा रहा है।

हमें याद रखना चाहिए कि हमें उपलब्ध सभी संसाधन, विशेष रूप से प्राकृतिक संसाधन, लाखों वर्षों की संचित संपदा हैं। इनकी समुचित देखभाल तथा तर्कसंगत उपयोग आवश्यक है।

## 1.2 संसाधनों का अति शोषण तथा इसके प्रभाव

विगत कुछ दशकों में आधुनिक समाज द्वारा अनेकों प्राकृतिक संसाधनों का समुचित उपयोग नहीं किया गया। इसके कारण लाखों वर्षों से स्थापित प्राकृतिक निकाय में कभी-कभी असंतुलन की स्थिति उत्पन्न हो जाती है। प्राकृतिक असंतुलन के परिणाम हमें जलवायु तथा मौसम में परिवर्तन, वनोन्मूलन, वायु प्रदूषण, जल तथा मृदा प्रदूषण के रूप में दिखाई देते हैं। उदाहरणार्थ, मनुष्य की अपनी गतिविधियों के कारण पर्यावरण में हुए परिवर्तन से अनेक पर्यावरणीय संकट पैदा हो गए हैं।

जनसंख्या में विश्वव्यापी वृद्धि से भी प्राकृतिक संसाधनों की मांग बढ़ी है। विज्ञान एवम् प्रौद्योगिकी के विकास, विशेष रूप से चिकित्सा, परिवार कल्याण तथा स्वास्थ्य सुविधाओं में वृद्धि से मनुष्य के औसत जीवन काल में वृद्धि हुई है। जनसंख्या वृद्धि का यह भी एक बहुत बड़ा कारण है। प्राकृतिक संसाधनों में कमी का दूसरा कारण मनुष्य के रहन-सहन के ढंग में बदलाव है। आज वह अपनी सुख-सुविधाओं तथा मनोरंजन के लिए पहले की अपेक्षा कहीं अधिक ऊर्जा एवम् वस्तुओं का उपभोग कर रहा है।

बढ़ती हुई जनसंख्या एवम् उपभोक्तावादी संस्कृति के कारण ऊर्जा एवम् विभिन्न वस्तुओं का उत्पादन भी बढ़ रहा है। इससे न केवल संसाधनों का अतिशोषण हुआ है वरन् पर्यावरण में अपशिष्ट पदार्थ भी अधिक मात्रा में निष्कासित किए जा रहे हैं। वायुमंडल में अधिक मात्रा में दूषित गैसों के कारण वायु सांस लेने योग्य नहीं रही है। अपशिष्ट पदार्थ जल तथा मिट्टी की गुणवत्ता पर भी विपरीत प्रभाव डालते हैं जिससे ये मनुष्य सहित अन्य पौधों एवम् जंतुओं के लिए अनुपयोगी हो जाते हैं।

आइए, हम देखें कि वायु, जल एवम् मिट्टी में निष्कासित अपशिष्ट पदार्थ उनकी गुणवत्ता को कैसे प्रभावित करते हैं तथा यह हमारे लिए किस प्रकार हानिकारक है।

**इन्हें उत्तर दीजिए**

1. पृथ्वी पर ही जीवन संभव हो सका—क्यों?
2. जीवों के लिए अनिवार्य आवश्यकताओं की सूची बनाइए।
3. भू-पर्पटी के ठोस भाग का नाम लिखिए।
4. वायुमंडल के मुख्य संघटकों के नाम लिखिए।
5. वह कौन से कारक हैं जिनके द्वारा मनुष्य के औसत जीवन काल में वृद्धि हो सकी है?

## 1.3 वायु

हमारे वायुमंडल में नाइट्रोजन, ऑक्सीजन, ऑर्गन, कार्बन डाइऑक्साइड तथा जलवाष्प जैसी अनेक गैसें हैं। वायु इन गैसों का एक मिश्रण है। वायुमंडल में धूल तथा अन्य निलंबित कण भी होते हैं। प्रकाश-संश्लेषण तथा श्वसन प्रक्रम वायुमंडल में ऑक्सीजन एवम् कार्बन डाइऑक्साइड का निश्चित अनुपात बनाए रखते हैं। परंतु पदार्थों के जलने के लिए भी ऑक्सीजन की आवश्यकता होती है। इस प्रक्रम में कार्बन डाइऑक्साइड, कार्बन मोनोक्साइड, सल्फर डाइऑक्साइड तथा नाइट्रोजन के कुछ ऑक्साइड वायुमंडल में विमोचित (मुक्त) हो जाते हैं। कार्बन के बिना जले कण अथवा काजल जैसे ठोस कण भी वायुमंडल में निर्मुक्त होते हैं। जब वायु में कार्बन, सल्फर तथा नाइट्रोजन के ऑक्साइड तथा निलंबित ठोस कण किसी निश्चित मात्रा से अधिक हो जाते हैं तो वायु प्रदूषित हो जाती है।

कार्बन मोनोक्साइड, नाइट्रोजन तथा सल्फर के ऑक्साइड, हाइड्रोजन के सल्फाइड, अम्ल-धूम्र, पेंट तथा वार्निश, स्प्रे, धूम्र तथा कोहरा प्रमुख गैसीय प्रदूषक हैं। वायु में निलंबित धूल के कण, काजल, लेड, सीमेंट आदि के कण वायु में उपस्थित ठोस प्रदूषक हैं। यह पदार्थ स्वचालित वाहनों से, जीवाश्म ईंधन के ज्वलन, पेट्रोलियम के परिष्करण, धातुओं के शुद्धिकरण, कोक, कागज, विस्कोस रेयॉन, उर्वरक, सीमेंट तथा मृत्तिका-शिल्प के उत्पादन के प्रक्रम में उत्पादित होते हैं। विस्फोट द्वारा चट्टानों को तोड़ने, क्रेशर से पत्थर तोड़ने में उत्पन्न धूल कण, कारखानों में उत्पन्न धूम्र, धातु तथा अधातु ऑक्साइड के धूम्र तथा ईंधनों के अपूर्ण ज्वलन से उत्पन्न धूम्र भी वायु को प्रदूषित करते हैं।

वायु प्रदूषण मुख्यत: हमारे श्वसन तंत्र को प्रभावित करता है। कार्बन मोनोक्साइड एक विषैली गैस है। इस गैस से युक्त वायु में सांस लेने से बेचैनी, सिरदर्द तथा निष्क्रियता उत्पन्न होती है। श्वास द्वारा कार्बन मोनोक्साइड की अधिक मात्रा लेना घातक सिद्ध हो सकता है। कोयले को कम ऑक्सीजन की आपूर्ति में जलाने पर भी कार्बन मोनोक्साइड उत्पन्न होती है। इसीलिए जलते हुए कोयले की सिगड़ी (अंगीठी) को बंद कमरे में रखकर सोने के लिए मना किया जाता है—ऐसी स्थिति में कमरे की खिड़की अथवा दरवाज़ा अवश्य खुला रखना चाहिए। सल्फर डाइऑक्साइड की अल्प मात्रा में उपस्थिति से गले में जलन तथा खराश उत्पन्न होती है, जबकि इसकी अधिक मात्रा से श्वास नली में म्यूकस का स्राव अधिक हो जाता है। ओज़ोन भी एक तीव्र उत्तेजक है जिससे सीने में तरल जमा हो जाता है तथा रक्त स्राव भी हो सकता है। अम्ल, पेंट तथा वार्निश की धूम्र से आँखों, नाक तथा गले में जलन होने लगती है। स्वचालित वाहनों से निकलने वाली गैसों में सीसे के विषैले कण होते हैं, जिनसे बच्चों के मस्तिष्क को नुकसान पहुँचता है। वायु में उपस्थित सीमेंट, एसबेस्टॉस, सिलिका तथा कार्बन के कण फेफड़ों को नुकसान पहुँचा सकते हैं।

इस प्रकार, वायु प्रदूषण से श्वास संबंधी अनेक रोग उत्पन्न हो सकते हैं। ब्रोंकाइटिस, दमा तथा फेफड़ों का कैंसर वायु प्रदूषण से होने वाले कुछ रोग हैं। शहरी क्षेत्रों में यह रोग अपेक्षाकृत अधिक होते हैं। पालतू पशुओं पर भी वायु प्रदूषण का उतना ही प्रभाव पड़ता है जितना कि मनुष्यों पर। हाइड्रोजन सल्फाइड गैस का जंतुओं–जैसे गाय, भैंस, आदि पर बहुत ही हानिकारक प्रभाव पड़ता है। धुएँ, धूल तथा सल्फर के ऑक्साइडों से भवनों, ऐतिहासिक स्मारकों तथा विभिन्न पदार्थों को क्षति पहुँचती है। वायु में कार्बन डाइऑक्साइड तथा कुछ अन्य गैसों की मात्रा में वृद्धि से वायुमंडलीय ताप में वृद्धि होती है जिसे **भू-मंडलीय ऊष्मण** कहते हैं। भू-मंडलीय ऊष्मण को यदि नियोजित नहीं किया गया तो यह सभी जीवों के लिए बहुत विनाशकारी हो सकता है।

वायु प्रदूषण से जीवों पर पड़ने वाले प्रभाव एवम् परिणाम अब सर्वविदित हैं। वायु प्रदूषण के नियंत्रण के लिए इसमें उपस्थित विभिन्न प्रदूषकों का निरंतर मापन किया जाता है। कुछ प्रदूषकों की पहचान उनकी गंध, रंग तथा आँखों एवम् त्वचा की जलन अथवा उद्वेग द्वारा की जा सकती है।

वायु प्रदूषण का मनुष्य की बढ़ती हुई आवश्यकताओं एवम् आधुनिक जीवन की सुख-सुविधाओं से प्रत्यक्ष रूप से संबंधित होने के कारण इसका नियंत्रण तथा रोकथाम बहुत कठिन कार्य है। घरों, वाहनों एवम् उद्योगों में समुचित डिजाइन, उन्नत उपस्कर एवम् साज-सामान के उपयोग से वायु प्रदूषण बहुत सीमा तक नियंत्रित किया जा सकता है। ईंधन का चयन, उसके उपयोग के तरीके तथा उद्योगों के स्थल के उचित चुनाव द्वारा वायु में मुक्त किए जाने वाले प्रदूषकों को भी पर्याप्त सीमा तक नियंत्रित किया जा सकता है। मानक उपस्कर एवम् उपकरणों का उपयोग करके एवम् उनके समुचित रखरखाव द्वारा हम वायु प्रदूषण के नियंत्रण में सक्रिय योगदान कर सकते हैं। वायु प्रदूषण के नियंत्रण के लिए अनेक युक्तियाँ उपलब्ध हैं तथा वायु की गुणवत्ता की जाँच के लिए प्राधिकरण स्थापित किए गए हैं। भारत सरकार ने स्वचालित वाहनों से निकलने वाले विभिन्न प्रदूषणों के मानक स्तर निर्धारित किए हैं तथा इस संबंध में कानून भी बनाए हैं। इन अधिनियमों के अंतर्गत वाहनों की प्रदूषण संबंधी नियमित जाँच अनिवार्य है।

## 1.4 जल

आप जानते हैं कि पृथ्वी की सतह का दो–तिहाई भाग जल से ढका है। इसका सर्वाधिक भाग सागरों एवम् महासागरों में संचित है। समुद्री जल में विलेय रूप में लवण बहुत अधिक मात्रा में पाए जाते हैं। स्थलीय पौधे एवम् जंतु, जैव प्रक्रियाओं के लिए आवश्यक जल नदियों, झीलों, जलाशयों तथा भूमिगत कुओं से प्राप्त करते हैं। इन स्रोतों से प्राप्त जल में लवण तथा खनिज बहुत अल्प मात्रा में घुले होते हैं। मनुष्य जल का उपयोग विभिन्न उद्देश्यों के लिए करता है। उदाहरणत:, जल का उपयोग खाना पकाने, नहाने–धोने, शौच, बर्तनों को साफ करने, उद्योगों, सिंचाई तथा भवन एवम् सड़क–निर्माण में किया जाता है। इन कार्यों में उपयोग किए जाने के बाद विलेय तथा निलंबित अपशिष्ट पदार्थों के कारण जल प्रदूषित हो जाता है। सामान्यत: इनमें से कुछ अशुद्धियाँ अनेकों प्राकृतिक प्रक्रमों द्वारा दूर हो जाती हैं। परंतु, यदि अपशिष्ट अधिक मात्रा में हों तो यह अशुद्धियाँ पूर्णतया पृथक नहीं हो पातीं।

विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी की प्रगति ने हमें उपहार स्वरूप अनेक वस्तुएँ दी हैं। इन वस्तुओं के उत्पादन एवम् उपभोग हेतु जल की बहुत अधिक मात्रा का उपयोग होता है। विद्युत् उत्पादन, चमड़ा उद्योग, वस्त्रों की छपाई-रंगाई तथा अन्य अनेकों औद्योगिक

कार्य कलापों के लिए जल का उपयोग किया जाता है। उपज बढ़ाने के लिए उर्वरक एवम् पीड़कनाशी रसायनों का उपयोग किया जाता है। हम सभी नहाने-धोने के लिए साबुन तथा अपमार्जक का उपयोग करते हैं। इन सभी प्रक्रमों से जल तथा उसके स्रोत दोनों ही प्रदूषित होते हैं। जल प्रदूषण से अभिप्राय जल की भौतिक, रासायनिक अथवा जैविक गुणवत्ता पर अवांछित प्रभाव से है जिसके कारण प्राकृतिक जल उपयोग के लिए उपयुक्त नहीं रह जाता। औद्योगिक प्रक्रमों द्वारा उत्पन्न अपशिष्ट, सीवेज तथा घरेलू अपशिष्ट, उर्वरक तथा पीड़कों के अपशिष्ट तथा कूड़े-कर्कट एवम् मिट्टी से रिसाव जल प्रदूषण के प्रमुख कारक हैं।

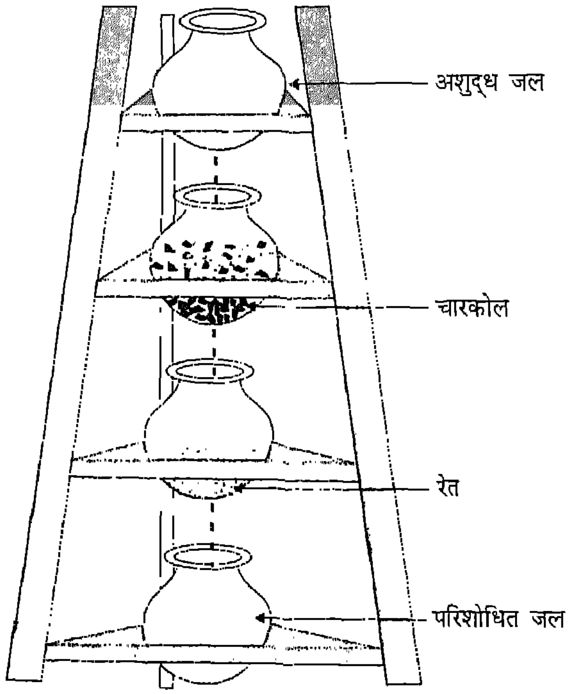
जल प्रदूषण के सजीवों, विशेषकर मनुष्यों पर पड़ने वाले दुष्प्रभाव बहुत गंभीर हैं। जल प्रदूषण से हैजा, अतिसार, टायफाइड, हेपेटाइटिस (पीलिया), फ्लुओरोसिस तथा अस्थियों की विकृति संबंधी अनेक रोग फैल सकते हैं। अम्ल तथा क्षार, रंग, रेजिन, साबुन तथा अपमार्जक जैसे प्रदूषकों की जल में उपस्थिति से उसके रंग में परिवर्तन आ सकता है। साथ ही दुर्गंध तथा खराब स्वाद के कारण ऐसा जल पीने योग्य नहीं रह जाता। प्रदूषित जल के उपयोग से त्वचीय उद्वेग, श्वास संबंधी रोग, कंजंकटीवाइटिस, अतिसार तथा गले में उद्वेग हो सकते हैं।

जल प्रदूषण अन्य जंतुओं एवम् पौधों को भी प्रभावित करता है। खेतों में शेष बचे उर्वरक तथा कृषि उपोत्पाद और पशुग्रहों आदि का कूड़ा-कर्कट वर्षा के जल द्वारा प्रायः बह कर जलाशयों तथा नदियों में पहुँच जाते हैं जिससे कुछ विशिष्ट खरपतवारों की अनियंत्रित वृद्धि होने लगती है। यह जलीय खरपतवार न केवल जल में उपस्थित ऑक्सीजन की अधिकांश मात्रा का उपयोग कर लेते हैं वरन् उनकी अत्यधिक वृद्धि से पानी के अंदर सूर्य के प्रकाश का मार्ग भी अवरुद्ध हो जाता है। इसे **सुपोषण** कहते हैं। सुपोषण से जलीय पौधे तथा प्राणियों पर विपरीत प्रभाव पड़ता है।

सीसा, आर्सेनिक, तांबा, कैडमियम, पारा तथा निकेल जैसी विषैली धातुओं से जल क्षेत्र के संदूषण से भी जल प्रदूषण होता है। यह पदार्थ पेंट तथा वार्निश, बैटरी, धातुकर्म तथा विस्कोस-रेयॉन उद्योगों द्वारा निकास के रूप में जल स्रोतों में प्रवाहित कर दिए जाते हैं। इनमें से कुछ धातुएँ रंगाई, इलेक्ट्रोप्लेटिंग तथा यशद्लेपन (जिंक प्लेटिंग) के दौरान भी निर्मोचित होते हैं। इस प्रकार से प्रदूषित जल के सेवन से अनेकों रोग तथा विकृतियाँ उत्पन्न हो सकती हैं। घरों में कपड़े धोने व सफाई करने के लिए उपयोग किए जाने वाले अपमार्जक प्रायः जैव अनिम्नीकरणीय होते हैं। इन्हें जल से सरलता से अलग नहीं किया जा सकता। वास्तव में जल प्रदूषण वायु प्रदूषण से कहीं अधिक हानिकारक है क्योंकि इससे जलीय एवम् स्थलीय दोनों प्रकार के जीव प्रभावित होते हैं।

प्रदूषित जल के हानिकारक प्रभावों को कम करने तथा इसे नहाने-धोने एवम् पीने योग्य बनाने की अनेक विधियाँ हैं। इसमें से सर्वसामान्य विधि में सर्वप्रथम जल को विशाल आकार के जलाशयों में संग्रहित किया जाता है। ऐसा करने से अविलेय अशुद्धियाँ तलछट के रूप में नीचे बैठ जाती हैं। इसके बाद जल को अनेक रसायनों से उपचारित किया जाता है जिससे उसमें विलेय अशुद्धियाँ अलग हो जाती हैं तथा सूक्ष्मजीव नष्ट हो जाते हैं। जल को पीने योग्य बनाने के घरेलू उपाय भी हैं, जिनका उपयोग ग्रामीण क्षेत्रों में भी हो सकता है। इनमें से एक सामान्य विधि में जल को एक के ऊपर एक रखे हुए घड़ों द्वारा छाना जाता है। घड़ों में क्रमिक रूप से अशुद्ध जल, लकड़ी का कोयला (चारकोल)

तथा रेत भरी होती है तथा प्रत्येक घड़े की तली में एक छोटा सा छिद्र होता है (चित्र 1.2)। इस प्रकार परिशोधित जल नीचे रखे पात्र में एकत्र हो जाता है।




*चित्र 1.2 पेय जल प्राप्त करने की एक विधि*

**इनके उत्तर दीजिए**

1. वायु के कुछ गैसीय तथा कणकीय प्रदूषकों के नाम लिखिए।
2. वायु प्रदूषण के प्रमुख स्रोत कौन से हैं?
3. भू-मंडलीय ऊष्मण के लिए कौन से कारक उत्तरदायी हैं?
4. सुपोषण का क्या अर्थ है? यह किस कारण होता है?
5. ग्रामीण क्षेत्रों में जल को पीने योग्य बनाने की किसी सरल विधि का वर्णन कीजिए।

## 1.5 मृदा

मनुष्य के बहुत से कार्यकलापों द्वारा मृदा–प्रदूषण हो सकता है। यह औद्योगिक तथा कृषि अपशिष्ट के असंगत निपटान से हो सकता है। कोयला तथा खनन उद्योगों तथा धातुकर्म इकाइयों द्वारा विषैले–अपशिष्ट के मृदा में विमोचन से उसका प्रदूषण होता है। उर्वरक तथा पीड़कनाशियों के अपशिष्ट मिट्टी को प्रदूषित करते हैं तथा इसमें उपस्थित जीवों को हानि पहुँचाते हैं। शहरी क्षेत्रों में भी ठोस अपशिष्ट पदार्थ मृदा प्रदूषण के मुख्य कारक हैं। वायु तथा जल प्रदूषण की अपेक्षा मृदा प्रदूषण से अपेक्षाकृत कम क्षेत्र प्रभावित होता है। इस प्रकार, मृदा प्रदूषण एक स्थानीय समस्या है। मृदा प्रदूषण से भौम जल संदूषित हो जाता है तथा इससे फसलें एवम् आवासीय जीव भी प्रभावित होते हैं। गोलकृमि तथा चपटे कृमि (हेल्मिथ) जैसे रोगकारक जीव प्रदूषित मिट्टी में तीव्रगति से वृद्धि करते हैं। सभी प्रकार के अपशिष्टों को उचित ढंग से एकत्र करके तथा उनके समुचित व्ययन द्वारा मृदा प्रदूषण पर काफी सीमा तक नियंत्रण पाया जा सकता है।

## 1.6 वन

वन हमारी सबसे उपयोगी संपदा है। यह वायु में ऑक्सीजन तथा कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा के नियमन में सहायक है। वन, जलवायु नियमन, भौम जल का पुन:पूरण, बाढ़ का नियंत्रण करते हैं तथा मृदा अपरदन को रोकते हैं। वन, पौधों एवम् जंतुओं की विभिन्न प्रजातियों को आवास प्रदान करते हैं। वन वृक्षों से हमें जलावन, टिंबर, औषधि, फल, रबड़, रेजिन, शहद, मोम, लाख तथा अन्य उपयोगी उत्पाद प्राप्त होते हैं। इसलिए एक निश्चित भू-क्षेत्र का वन–आच्छादित रहना आवश्यक है। परंतु, लकड़ी एवम् टिंबर की बढ़ती हुई मांग की आपूर्ति के लिए गत सौ वर्षों में वनों को व्यापक पैमाने पर काटा गया है। कृषि, सड़क तथा बाँध निर्माण हेतु भूमि उपलब्ध करने के लिए बड़े पैमाने पर वन वृक्षों की कटाई की गई है। काटे गए वृक्षों की संख्या, प्राकृतिक रूप से उगने वाले नए वृक्षों की अपेक्षा बहुत अधिक है। इसके परिणामस्वरूप

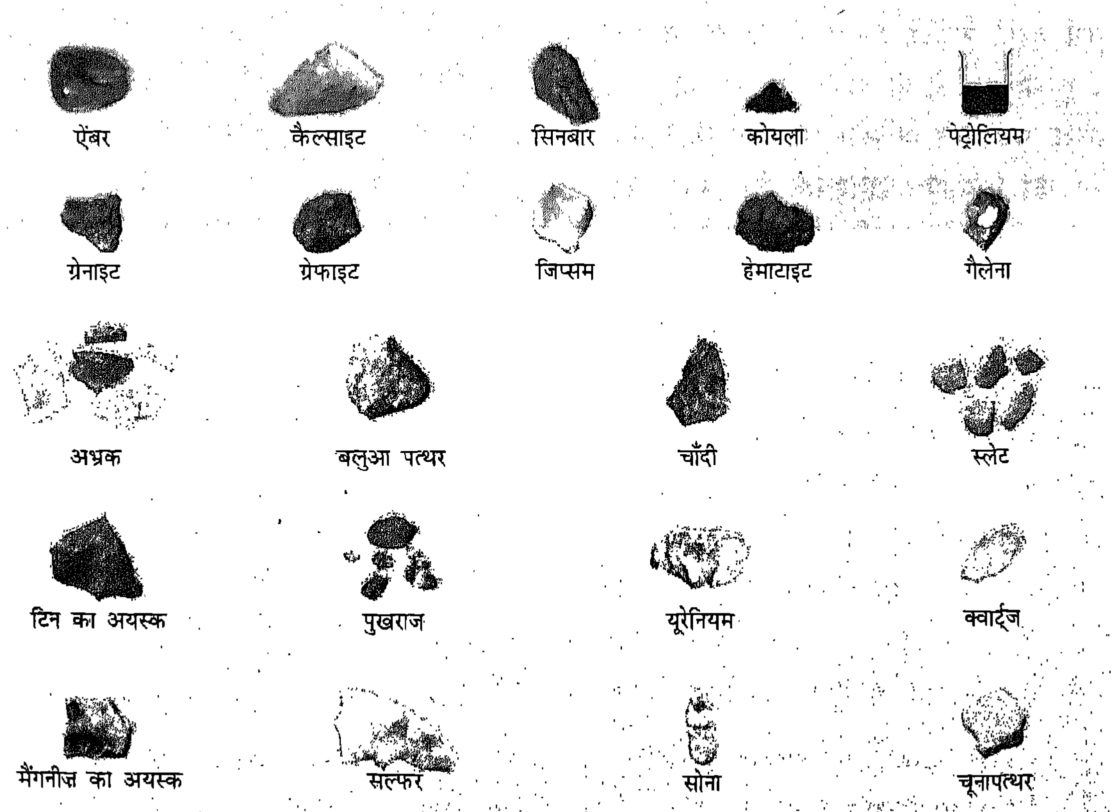
वनोन्मूलन हो रहा है। भेड़-बकरियों द्वारा अतिचारण तथा खनन वनोन्मूल के अन्य कारण हैं। अधिक वृक्षारोपण तथा वन संरक्षण वनोन्मूलन को नियंत्रित करने के कुछ उपाय हैं।

## 1.7 खनिज

शैल-लवण, माइका, कोयला, पेट्रोलियम, धातुओं के अयस्क, सोना, चाँदी जैसी प्राकृतिक संपदा खनिजों के कुछ उदाहरण हैं। यह भू-पर्पटी में पाए जाते हैं (चित्र 1.3)। इन खनिजों के भंडार पृथ्वी के विभिन्न क्षेत्रों में अलग-अलग मात्रा में निहित हैं तथा भू-पर्पटी में लाखों-करोड़ों वर्षों में होने वाले परिवर्तनों का परिणाम हैं। भू-पर्पटी में इन खनिजों के भंडार निश्चित मात्रा में ही हैं तथा इनके नए भंडारों का निर्माण नहीं हो रहा है।

प्रौद्योगिकी के विकास से उपलब्ध उन्नत तकनीक द्वारा खनिजों का लाभप्रद खनन संभव हो सका है। परंतु, इन खनिजों का उपयोग भी आश्चर्यजनक रूप से बढ़ा है। हम जानते हैं कि खनिज़ अनवीकरणीय संपदा हैं तथा इनका पुनःपूरण आसान नहीं है। इन संसाधनों के संरक्षण का उपाय यह है कि हम इनका विवेकपूर्ण उपयोग करें तथा इन्हें व्यर्थ में उपयोग से बचाए रखें जिससे वह अधिक समय तक उपलब्ध रहें। लोहा, तांबा तथा जस्ता जैसे अनेक खनिजों का पुनःचक्रण करके इन्हें पुनः उपयोग में लाया जा सकता है।

हमारे पर्यावरण को क्षति पहुँचाने वाले कुछ कारक हैं—औद्योगीकरण, जनसंख्या-वृद्धि, शहरीकरण, वनोन्मूलन, स्वचालित वाहनों की बढ़ती हुई संख्या, उर्वरक, पीड़कनाशी, साबुन तथा अपमार्जकों




*चित्र 1.3 भू-पर्पटी में पाए जाने वाले कुछ खनिज*

का अत्यधिक उपयोग। पर्यावरण को होने वाली क्षति का प्रभाव जलवायु में परिवर्तन, वायु, जल तथा मृदा की गुणवत्ता में गिरावट, भू-मंडलीय ऊष्मण तथा विभिन्न प्रजातियों के विलुप्त होने के रूप में परिलक्षित हो रहा है।

**इनके उत्तर दीजिए**

1. मृदा-प्रदूषण के कारणों को स्पष्ट कीजिए। मृदा-प्रदूषण को रोकने के कुछ उपाय लिखिए।
2. कुछ प्रमुख वन्य उत्पादों के नाम लिखिए।
3. वनोन्मूलन के कुछ दुष्प्रभाव कौन-से हैं?
4. भू-पर्पटी में पाए जाने वाले कुछ खनिजों के नाम लिखिए।
5. पौधों को खनिज किस प्रकार उपलब्ध होते हैं?

## 1.8 मनुष्य एवम् संरक्षण

हम जानते हैं कि मनुष्य पृथ्वी पर पाए जाने वाली विभिन्न प्रजातियों में से एक है। हमारी अपनी भलाई दूसरी स्पीशीज़ की भलाई में सन्निहित है। यह पृथ्वी के अजैव संसाधनों पर भी निर्भर है। इसलिए पृथ्वी के विभिन्न संसाधनों के उपयोग की सीमा का नियंत्रण आवश्यक है। समय के साथ विकसित अपनी सामाजिक, सांस्कृतिक परंपराओं तथा धार्मिक मान्यताओं तथा तौर-तरीके अपनाकर हम संरक्षण के लक्ष्य को प्राप्त कर सकते हैं। यह सत्य है कि हमारी पृथ्वी के पास लोगों की आवश्यकताओं की आपूर्ति का भंडार तो है परंतु उसमें किसी एक व्यक्ति के भी लालच को पूरा करने की क्षमता नहीं है।

पर्यावरण का प्रदूषण एवम् प्राकृतिक संसाधनों का अत्यधिक संदोहन एक सार्वभौमिक समस्या है। इस समस्या को प्रभावशाली ढंग से सुलझाने के लिए विभिन्न राष्ट्रीय तथा अंतर्राष्ट्रीय, सरकारी तथा गैर-सरकारी संगठनों का एकजुट होकर कार्य करना आवश्यक है। हमारी सरकार ने भी प्रदूषण नियंत्रण तथा वन एवम् वन्य प्राणियों सहित प्राकृतिक संसाधनों के संरक्षण के लिए अनेक नियम एवम् कानून बनाए हैं।

मनुष्य को इस संसार की सर्वाधिक बुद्धिमान तथा प्रभावशाली स्पीशीज़ माना जाता है। उसने अपनी मूल आवश्यकताओं की पूर्ति के अतिरिक्त अपनी भौतिक सुख-सुविधाओं एवम् मौज-मस्ती के लिए प्राकृतिक संसाधनों का अतिशय उपयोग किया है। पिछली कुछ शताब्दियों में मनुष्य ने प्राकृतिक संसाधनों के अंधाधुंध दोहन (शोषण) के लिए विभिन्न युक्तियों एवम् प्रौद्योगिकी का विकास किया है। असीमित औद्योगीकरण के कारण मनुष्य आज यह सोचने पर मजबूर हुआ है कि उसके अविवेकपूर्ण कार्यकलापों से संसाधनों को कितनी क्षति पहुँची है। पेय जल, स्वच्छ वायु, शुद्ध भोजन तथा आवास की कमी से मनुष्य के अपने अस्तित्व के लिए खतरा उत्पन्न हो गया है। हमें याद रखना चाहिए कि 'मनुष्य पृथ्वी का है, न कि पृथ्वी मनुष्य की है।' हमें प्रकृति का एक प्राणी बन कर रहना सीखना होगा, उसका मालिक बन कर नहीं।

**इनके उत्तर दीजिए**

1. मनुष्य की कुछ ऐसी गतिविधियों के नाम लिखिए जिनसे पृथ्वी के प्राकृतिक संसाधनों का अतिशोषण हुआ है।
2. प्राकृतिक संसाधनों के संरक्षण हेतु कुछ ऐसे उपाय लिखिए जिन्हें आप व्यक्तिगत स्तर पर अपना सकते हैं।

**प्रमुख शब्द**

वायु, वायुमंडल, संरक्षण, भू-पर्पटी, वनोन्मूलन, पृथ्वी, सुपोषण, विलुप्त होना, वन, भू-मंडलीय ऊष्मण, जलमंडल, स्थल मंडल, खनिज, अतिशोषण (अतिसंदोहन), प्रदूषण, संदूषण, संसाधन, मृदा, स्पीशीज़, जल, प्रजातियाँ।

## सारांश

ऐसा माना जाता है कि पृथ्वी ही एकमात्र ऐसा ग्रह है जिस पर जीव निवास करते हैं। पृथ्वी ही एकमात्र ग्रह है जहाँ जीवन पाया जाता है।

सजीवों को जीवित रहने तथा उनके भरण-पोषण के लिए आवश्यक सभी संसाधन पृथ्वी पर उपलब्ध हैं।

वायु, जल, मिट्टी, खनिज एवम् वन हमारी पृथ्वी की प्रमुख संपदा हैं।

संसाधनों के अतिसंदोहन (शोषण) से अनेकों समस्याएँ उत्पन्न हो गई हैं। जलवायु में परिवर्तन, वायु, जल, एवम् मिट्टी की गुणवत्ता में गिरावट, भू-मंडलीय ऊष्मण, वनोन्मूलन तथा पौधे एवम् प्राणियों की अनेक प्रजातियों का विलुप्त होना ऐसी कुछ प्रमुख समस्याएँ हैं।

औद्योगीकरण, शहरीकरण, जनसंख्या वृद्धि तथा स्वचालित वाहनों का असीमित उपयोग ऐसे कुछ प्रमुख कारक हैं जिनसे भू-संपदा का अतिसंदोहन हुआ है।

भू-संपदा के संरक्षण एवम् विवेकपूर्ण सदुपयोग द्वारा ही भावी पीढ़ी के लिए इनकी उपलब्धता सुनिश्चित हो सकती है।

भू-संपदा की सुरक्षा एवम् संरक्षण के लिए समाज के सभी व्यक्तियों, संस्थाओं एवम् सरकार का सहयोग अति आवश्यक है।

## अभ्यास

1. पृथ्वी की आयु एवम् इसके घटकों के विषय में आप क्या जानते हैं?
2. पृथ्वी के किस भाग में खनिज पाए जाते हैं?
3. पृथ्वी के प्रमुख संसाधनों की सूची बनाइए।
4. प्राकृतिक संसाधनों के अतिसंदोहन के मुख्य कारण क्या हैं?
5. जल प्रदूषण के प्रमुख कारणों की सूची बनाइए।
6. प्रदूषित जल का उपयोग करने से उत्पन्न होने वाले किन्हीं तीन रोगों के नाम बताइए।

7. वायु प्रदूषण के मुख्य कारण क्या हैं? प्रदूषित वायु में सांस लेने से होने वाले कुछ रोगों के नाम लिखिए।

8. वनों को हमारी महत्वपूर्ण प्राकृतिक संपदा क्यों माना जाता है?

9. वनोन्मूलन के लिए कौन से कारण उत्तरदायी हैं? वनों के पुनःपूरण के लिए क्या प्रयास करने चाहिए?

10. भू-संपदा के संरक्षण की क्या आवश्यकता है?

11. विभिन्न प्राकृतिक संसाधनों के संरक्षण में मनुष्य के योगदान पर प्रकाश डालिए।



## अध्याय 2

# जल

# एक चमत्कारी द्रव

हम प्रतिदिन जल का उपयोग अनेक कार्यों, जैसे-पीने, कपड़े धोने, नहाने, खाना पकाने एवम् साफ-सफाई के लिए करते हैं। जल की नियमित एवम् समुचित उपलब्धता के कारण हम उसका महत्व महसूस नहीं कर पाते। किंतु, जब भी जल की कमी होती है तब हमें अनुमान होता है कि वह हमारे जीवन के लिए कितना आवश्यक है।

दैनिक उपयोग के अतिरिक्त हम अपनी अन्य आवश्यकताओं के लिए भी जल पर निर्भर करते हैं। खेती से अनाज पैदा करने के लिए बहुत अधिक जल की आवश्यकता होती है। हम उद्योगों में भी विभिन्न प्रक्रमों के लिए जल का उपयोग करते हैं। हमारी विद्युत् की आवश्यकता दिन-प्रतिदिन बढ़ती जा रही है। जल विद्युत् ऊर्जा केंद्रों पर भी विद्युत् उत्पादन के लिए बहते हुए जल का उपयोग किया जाता है।

ताप-विद्युत् ऊर्जा केंद्रों पर जल से उत्पन्न वाष्प द्वारा जनरेटर चलाए जाते हैं जिनसे विद्युत् उत्पन्न होती है। आपमें से कुछ ने रेलगाड़ियों में लगे वाष्प इंजन देखे होंगे जो गति के लिए वाष्प का उपयोग करते हैं। इसी प्रकार, जल का उपयोग बॉयलरों में भी किया जाता है जो गर्म जल एवम् वाष्प उत्पन्न करते हैं जिससे कारखानों में मशीनें चलती हैं।

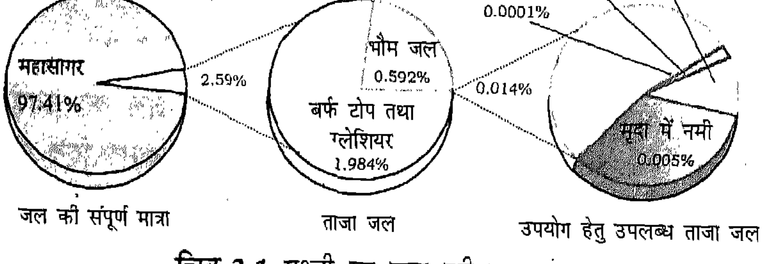
पिछली कक्षाओं में आप पढ़ चुके हैं कि जल अपनी अनेक विशेषताओं के कारण पृथ्वी पर एक चमत्कारी द्रव के रूप में जाना जाता है। जल, जीवन के लिए अनिवार्य है। इसमें जीवन के पोषण के लिए आवश्यक अनेक पोषक तत्व होते हैं। जल, मानव शरीर एवम् अन्य सजीवों में होने वाले अनेक रासायनिक प्रक्रमों के लिए आवश्यक माध्यम का कार्य करता है। आइए, इस चमत्कारी द्रव का अध्ययन करें तथा इसके अद्वितीय गुणों को समझने का प्रयास करें।

## 2.1 जल एक प्राकृतिक संसाधन

हमारी आवश्यकताओं को पूर्ण करने के लिए पर्यावरण से प्राप्त सामग्रियों को **संसाधन** कहते हैं। इनमें से कुछ संसाधन वे मूल सामग्री होती हैं जो हमें तथा अन्य जीवाणुओं को जीवित रखने के लिए आवश्यक हैं। अन्य संसाधन वे हैं जिनसे हम सभ्य जीवन व्यतीत करने के लिए आवश्यक ऊर्जा अथवा अन्य पदार्थ प्राप्त करते हैं। वायु एवम् जल प्रथम प्रकार के संसाधनों के उदाहरण हैं। जबकि वन, खनिज तथा जीवाश्म ईंधन दूसरे प्रकार के संसाधनों के उदाहरण हैं।

जल एक महत्वपूर्ण प्राकृतिक संसाधन है। यह बहुतायत में उपलब्ध है। पृथ्वी की सतह का लगभग तीन-चौथाई भाग जल से ढका है। पैसिफिक एवम् अटलांटिक जैसे बड़े महासागरों में लाखों लीटर जल का भंडार है। उत्तरी ध्रुवीय (आर्कटिक) एवम् दक्षिण ध्रुवीय (अंटार्कटिक) महासागरों में भी जल की बहुत बड़ी मात्रा बर्फ के रूप में संग्रहित है। पृथ्वी पर उपलब्ध नदियों, झीलों एवम् तालाबों जैसे अन्य जलाशयों में भी जल की बहुत अधिक मात्रा संग्रहित है। इसके अतिरिक्त, पृथ्वी की सतह के नीचे भी जल उपलब्ध है। इस जल का उपयोग हम कुएँ खोदकर करते हैं।

यद्यपि पृथ्वी पर जल का एक बहुत बड़ा भंडार है, किंतु मानव एवम् अन्य प्राणियों द्वारा उपयोग किए जा सकने वाले जल की मात्रा बहुत कम है। पृथ्वी पर उपलब्ध संपूर्ण जल का 97.4% महासागरों में है। यह लवणयुक्त है। अत:, इसे मानव द्वारा उपयोग में नहीं लाया जा सकता। अधिकांश शुद्ध जल ग्लेशियर एवम् ध्रुवीय चोटियों में बर्फ के रूप में है। केवल एक छोटा-सा अंश (0.01%) मानव उपयोग के लिए उपलब्ध है (चित्र 2.1)। जल की इसी थोड़ी-सी उपलब्ध मात्रा का ही बार-बार चक्रण करके मानव एवम् अन्य प्राणी उसका उपयोग करते हैं।



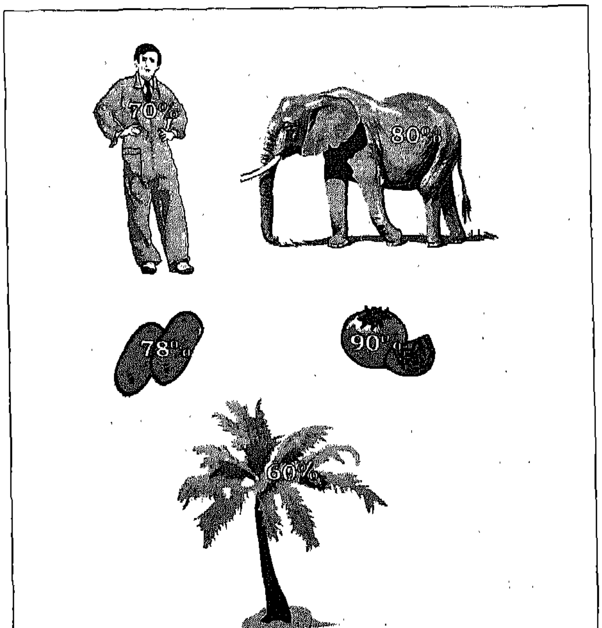

*चित्र 2.1 पृथ्वी पर जल की उपलब्धता*

**इन्हें उत्तर दीजिए**

1. 'संसाधन' से आप क्या समझते हैं?
2. जल के अतिरिक्त, अन्य प्राकृतिक संसाधन क्या हैं?
3. मानव के उपयोग हेतु उपलब्ध जल की प्रतिशतता कितनी है?

## 2.2 जीवन के निर्वाह के लिए जल का महत्व

जल, बहुत से जलीय प्राणियों तथा पौधों, जो समुद्रों, झीलों, नदियों एवम् तालाबों में रहते हैं, का आवास है। वे जीवित रहने के लिए जल से ऑक्सीजन एवम् घुले हुए पोषक तत्व ग्रहण करते हैं। भूमि पर रहने वाले प्राणियों एवम् पौधों को भी अपना जीवन बनाए रखने के लिए जल की आवश्यकता होती है। जल, सभी सजीवों का एक अनिवार्य घटक है। मानव शरीर में भार की दृष्टि से लगभग 70 प्रतिशत जल होता है। कुछ प्राणियों एवम् पौधों में विद्यमान जल की मात्रा (भार से) चित्र 2.2 में दर्शाई गई है।




*चित्र 2.2 कुछ प्राणियों एवम् पौधों में जल की मात्रा*

हम प्रतिदिन समय के निश्चित अंतर से जल पीते हैं। इसके अतिरिक्त, हम फलों के रस, चाय/कॉफी तथा मृदु पेयों के माध्यम से भी जल ग्रहण करते हैं। इस प्रकार हमारा शरीर प्रतिदिन औसतन 2 से 3 लीटर जल ग्रहण करता है। यह जल हमारे शरीर में विभिन्न प्रकार की भूमिका निभाता है। सर्वप्रथम, यह हमारे आमाशय में भोजन को पचाने में हमारी सहायता करता है। दूसरा, यह पोषक तत्वों के अवशोषण तथा फिर शरीर के सभी भागों में उनके वितरण में सहयोग करता है। तीसरा, यह शरीर का ताप बनाए रखने में सहायता करता है। गर्म मौसम में हमारे शरीर में अत्यधिक स्वेदन होता है। अतः शरीर को उचित रूप से गर्म बनाए रखने के लिए हम जल पीते हैं। पसीने (स्वेद) के माध्यम से शरीर की सतह पर पहुँचने वाला जल वाष्पित हो जाता है। इस प्रकम में शरीर से ऊष्मा का एक अंश निकल जाता है जिससे शरीर शीतल हो जाता है।

बीजों के अंकुरण तथा पौधों की वृद्धि के लिए जल अनिवार्य है। यह आगे दिए गए कुछ क्रियाकलापों से देखा जा सकता है।

### *क्रियाकलाप 1*

चने के कुछ दाने जल में डुबोकर कुछ घंटों तक फूलने दीजिए। तत्पश्चात्, फूले हुए दानों को जल से बाहर निकाल कर एक गीले कपड़े में बाँध दीजिए। कपड़े को कुछ दिनों तक सतत गीला रखिए। आप देखेंगे कि चने के दाने अंकुरित होने लगते हैं। आप पहले से ही जानते हैं कि सूखे चने के दाने अंकुरित नहीं होते।

### क्रियाकलाप 2

थोड़ा-सा गेहूँ का आटा लीजिए तथा उसमें थोड़ा-सा पानी मिलाइए। इस गुंधे हुए आटे को दो से तीन दिन तक गीला रखिए। आप देखेंगे कि उसके ऊपर फफूँद की एक सतह बन जाती है। फफूँद, एक प्रकार की वनस्पति, के बीजाणु वायु में उपस्थित रहते हैं। वे इतने सूक्ष्म होते हैं कि उन्हें आँखों से नहीं देखा जा सकता। ये बीजाणु आर्द्र आटे पर बैठ जाते हैं तथा उससे जल एवम् भोजन प्राप्त कर विकसित हो जाते हैं।

इन क्रियाकलापों से हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि बीजों के अंकुरण एवम् पौधों की वृद्धि के लिए जल आवश्यक है। आप जानते हैं कि पौधों में जड़ें होती हैं, जो भूमि की सतह के बहुत नीचे तक जाती हैं। ये जड़ें, पौधों के उपयोग के लिए जल ग्रहण करती हैं। जल, पोषक तत्वों का मृदा से पौधों के विभिन्न भागों (पत्तों सहित) तक संवहन में माध्यम का कार्य करता है। हरे पत्ते, सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में कार्बन डाइऑक्साइड एवम् जल की क्रिया से भोजन बनाते हैं। यह प्रक्रम **प्रकाश-संश्लेषण** (संश्लेषण, अर्थात् निर्माण) कहलाता है। आप इस प्रक्रम के संबंध में पिछली कक्षा में पढ़ चुके हैं।

**इनके उत्तर दीजिए**

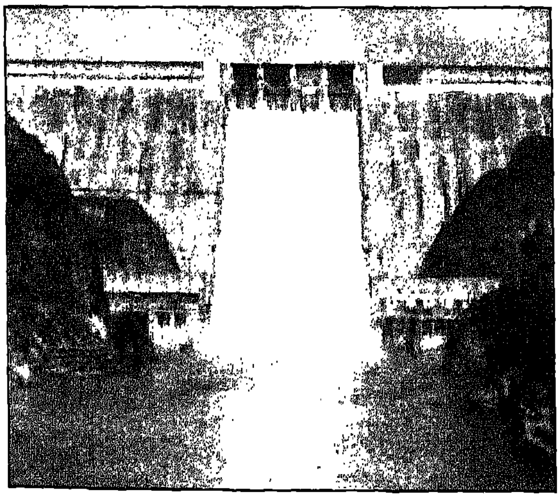
1. औसत आकार के हाथी के शरीर में, द्रव्यमान के अनुसार, जल की प्रतिशतता कितनी होती है?
2. गमलों में लगे हुए पौधों को यदि जल से नहीं सींचा जाए तो क्या होगा?
3. स्वेदन के द्वारा हम अपने शरीर को किस प्रकार शीतल रखते हैं?
4. प्रकाश-संश्लेषण पद की व्याख्या कीजिए।

## 2.3 जल के स्रोत

हमारे द्वारा उपयोग किया जाने वाला जल विभिन्न स्रोतों से प्राप्त किया जाता है। ऐसा ही एक स्रोत वर्षा है। किंतु, भारत में वर्षा थोड़ी अवधि, सामान्यत: मानसून के लिए ही होती है। वर्षा का यह जल लंबे समय तक उपयोग के लिए झीलों में इकट्ठा हो जाता है। हमारे देश में कुछ प्राकृतिक झीलें भी हैं। इनके अतिरिक्त कुछ स्थानों पर जल की आपूर्ति के लिए कृत्रिम झीलें भी बनाई गई हैं। भारत में बहुत से शहर जल की आपूर्ति के लिए इन झीलों पर निर्भर करते हैं।

*प्रकाश-संश्लेषण, पृथ्वी पर होने वाला एक महत्वपूर्ण प्रक्रम है। इस प्रक्रम के द्वारा पृथ्वी पर उपस्थित जंतुओं को लगातार भोजन प्राप्त होता रहता है। पौधों की पत्तियों में एक हरे रंग का वर्णक, क्लोरोफिल, विद्यमान रहता है जिसके कारण सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में कार्बन डाइऑक्साइड तथा जल के बीच संयोजन होता है। सूर्य के प्रकाश की ऊर्जा का उपयोग करके क्लोरोफिल, जल तथा कार्बन डाइऑक्साइड के अणुओं का विच्छेदन कर देता है। इस प्रक्रम में कार्बोहाइड्रेट बनते हैं तथा वायुमंडल में ऑक्सीजन मुक्त होती है क्योंकि कार्बन डाइऑक्साइड तथा जल दोनों के अणुओं में ऑक्सीजन उपस्थित है। अत: आप वायुमंडल में मुक्त होने वाली ऑक्सीजन का स्रोत जानना चाहेंगे। विभिन्न प्रयोगों को करने के बाद ज्ञात हुआ है कि पौधों में प्रकाश-संश्लेषण में मुक्त होने वाली ऑक्सीजन का स्रोत जल है। प्रकाश-संश्लेषण के दो लाभ हैं। ये पौधों की वृद्धि में सहायता करते हैं। इस प्रक्रम में वायुमंडल में ऑक्सीजन मुक्त होती है। आप जानते हैं कि जंतुओं को जीवन के निर्वाह के लिए ऑक्सीजन की आवश्यकता होती है। जरा सोचिए-यदि पौधे ऑक्सीजन मुक्त नहीं करते तो क्या होता? हमारे वायुमंडल में जीवन के निर्वाह के लिए बहुत कम ऑक्सीजन उपलब्ध होती।*

जल का दूसरा स्रोत नदियाँ हैं। गंगा एवम् ब्रह्मपुत्र जैसी कुछ नदियाँ, जो हिमालय से निकलती हैं, में पूरे वर्ष तक जल बहता रहता है। परंतु, भारत की अनेक नदियाँ ग्रीष्मकाल में या तो सूख जाती हैं अथवा उनमें जल की मात्रा बहुत कम होती है। नदियों के जल का समुचित उपयोग करने के लिए इन पर उचित स्थानों पर बाँध बनाए गए हैं। बाँधों से नहरों के जरिए कृषि कार्य के लिए जल उपलब्ध कराया जाता है। पानी की इस सतत पूर्ति के कारण ही हम 'हरित क्रांति' तक पहुँच सके हैं, जिससे देश की सतत बढ़ती हुई आबादी को अनाज उपलब्ध हो सका है। सिंचाई के अतिरिक्त, मानव के उपयोग के लिए भी बाँधों से पाइपलाइनों द्वारा शहरों/कस्बों को जल की आपूर्ति की जाती है। इसी विधि ने संक्षिप्त मानसून के बावजूद भी पूरे वर्ष तक जल की आपूर्ति संभव बना दी है। कहीं-कहीं बाँधों से गिरते हुए पानी से विद्युत् का उत्पादन भी किया जाता है (चित्र 2.3)। इस प्रकार से प्राप्त विद्युत् को जल विद्युत् कहते हैं।



*चित्र 2.3 भाखड़ा बाँध*

महासागर निश्चित ही जल के बहुत बड़े भंडार हैं। इनमें लाखों लीटर जल संग्रहित है। परंतु, सजीवों द्वारा समुद्री जल का उपयोग संभव नहीं है, क्योंकि यह लवणयुक्त (खारा) होता है। यदि हम समुद्री जल का उपयोग करना चाहें तो उसे लवणमुक्त करना आवश्यक है। इस विधि में समुद्री जल में से आवश्यकता से अधिक मात्रा में घुले हुए लवणों को अलग किया जाता है। इसके संबंध में आप अगली कक्षाओं में और अधिक पढ़ेंगे।

*प्रौद्योगिकी के विकास के कारण पृथ्वी की सतह के नीचे अधिक गहराई तक जाने की हमारी क्षमता भी बढ़ गई है। हम गहरे नलकूप खोदकर अपनी आवश्यकता के लिए जल की अधिक मात्रा पंप करके पृथ्वी की सतह तक ला सकने में समर्थ हो चुके हैं। इसके परिणामस्वरूप पृथ्वी की सतह के नीचे जल स्तर और नीचे चला गया है। जल स्तर के नीचे जाने से मानव के उपयोग के लिए उपलब्ध जल की मात्रा कम हो गई है। जल स्तर को उचित स्तर पर बनाए रखने के लिए वर्षा के जल का मृदा में भली-भाँति अंत: स्रवण होना चाहिए। इसके लिए बहते जल को, जहाँ भी संभव है, रोकने के प्रयास किए जा रहे हैं। आजकल, शहरी क्षेत्रों में वर्षा के बहते जल को रोकने के लिए एक योजना प्रस्तावित की गई है। इस योजना में भवन के पास एक गहरा गड्ढा खोदकर उसमें वर्षा के जल को इकट्ठा करने की व्यवस्था की जाती है। गड्ढे को ईंट, पत्थर के टुकड़े, रेत एवम् ग्रेनाइट के टुकड़ों की सतहें बना करके भरा जाता है। इस प्रकार के संग्रहण से मृदा में जल का भली-भाँति अंत: स्रवण होता है।*

समुद्री जल का अधिकांश भाग यद्यपि द्रव अवस्था में रहता है, उत्तर ध्रुवीय तथा दक्षिण ध्रुवीय सागरों का जल बर्फ के रूप में उपस्थित है। इसी प्रकार, ऊँचे पहाड़ों की सतहें भी बर्फ से ढकी रहती हैं। बर्फ, जल का अच्छा स्रोत है। सामान्यत:, इस स्रोत का उपयोग नहीं किया जाता। फिर भी,

रेगिस्तानी क्षेत्रों में, जहाँ जल की अत्यधिक कमी होती है, बर्फ से जल प्राप्त किया जाता है। इसके लिए उत्तर ध्रुवीय क्षेत्र से बर्फ की बड़ी-बड़ी चट्टानें जहाज़ द्वारा ढोई जाती हैं तथा इन चट्टानों को पिघलाकर जल प्राप्त किया जाता है। इस प्रकार प्राप्त जल शुद्ध होता है। यह जल पीने योग्य नहीं होता। परंतु, जल को पीने योग्य बनाने के लिए इसमें कुछ अनिवार्य लवण मिलाए जाते हैं। इसके पश्चात् ही पाइपलाइनों द्वारा इस जल की आपूर्ति शहरों में की जाती है।

जल का एक अन्य स्रोत पृथ्वी की सतह के नीचे उपलब्ध जल है। जब वर्षा होती है तो वर्षा के जल का एक भाग मिट्टी (मृदा) में शोषित होकर नीचे चला जाता है। इसी प्रकार, जल के लिए आरक्षित स्रोतों से भी जल अंत: स्रवित होकर सतह के नीचे चला जाता है। पौधों की जड़ें अपने उपयोग के लिए इस जल को ग्रहण कर लेती हैं। हम भी कुएँ खोद इस अंत: स्रवित जल का उपयोग करते हैं। आजकल, जल के लिए नलकूप खनन सामान्यत: गाँवों एवम् शहरों में देखे जा सकते हैं। नलकूप खनन द्वारा हम, कुओं की तुलना में, पृथ्वी की सतह के अधिक नीचे तक जाकर जल को पृथ्वी की सतह तक पंप कर सकते हैं।

**इनके उत्तर दीजिए**

1. पृथ्वी पर जल के विभिन्न स्रोतों के नाम लिखिए।
2. बाँधों के क्या लाभ हैं?
3. अपने दैनिक जीवन के उपयोग के लिए जल के विभिन्न स्रोतों के नाम बताइए।

## 2.4 पेय जल

हमारे पीने के योग्य जल को 'पेय जल' कहते हैं। विभिन्न स्रोतों से हमें प्राप्त होने वाला जल पीने योग्य नहीं होता। इन स्रोतों से प्राप्त होने वाले जल में घुले हुए लवण, निलंबित कण तथा सूक्ष्म जीवाणु हो सकते हैं। आप जानते हैं कि कुछ घुले हुए लवण हमारे शरीर के लिए आवश्यक हैं। किंतु यदि घुले हुए इन लवणों की मात्रा आवश्यकता से अधिक हो तो उन्हें जल से हटाया जाना चाहिए। नगरीय निकायों द्वारा प्रदत्त जल से आपूर्ति के पूर्व उसमें उपस्थित निलंबित कणों को छानकर अलग किया जाना चाहिए एवम् सूक्ष्म जीवाणुओं को नष्ट किया जाना चाहिए।

जल के साथ बहते हुए कणों को अलग करने के लिए नगरीय निकायों ने बड़े जल-फिल्टरण संयंत्र लगा रखे हैं। इस बारे में आप पिछली कक्षा में पढ़ चुके हैं। जल को पीने के लिए सुरक्षित बनाने के लिए उसमें विरंजक चूर्ण मिलाया जाता है (क्लोरीनीकरण)। यह जल में उपस्थित नुकसानदेह जीवाणुओं (बैक्टीरिया) को नष्ट करता है। नगरीय संस्थाएँ जल के संग्रहण, उसके छानने, क्लोरीनीकरण तथा अंतत: नलों के माध्यम से उसकी आपूर्ति पर बहुत धन व्यय करती हैं। इस प्रकार नल से प्राप्त जल एक मूल्यवान वस्तु है। अत:, नल से प्राप्त होने वाले जल का अपव्यय रोका जाना चाहिए। आपको यह सुनिश्चित करना चाहिए कि घर के किसी भी सदस्य के दाँत साफ करने, दाढ़ी बनाने, नहाने अथवा कपड़े धोने में नल के जल का अपव्यय न हो।

घर में जल को पीने योग्य बनाने के लिए हम विभिन्न विधियों का प्रयोग करते हैं। किसी भी स्रोत से प्राप्त हुए जल को उपयोग से पहले छाना जाता है। जो व्यक्ति जल की उपलब्धता के लिए कुएँ पर निर्भर होते हैं, वे कुएँ में पोटैशियम परमेंगनेट की थोड़ी-सी मांत्रा मिलाते हैं। पोटैशियम परमेंगनेट, कीटाणुनाशक होने के कारण जल में उपस्थित

कीटाणुओं को नष्ट कर उसे मानव के उपयोग के योग्य बनाता है। पीने के लिए उपयोग में लाए जाने वाले अशुद्ध जल को पहले उबालना चाहिए। आपको ज्ञात है कि जल 100°C पर उबलता है। इस ताप पर जल में उपस्थित अधिकांश कीटाणु नष्ट हो जाते हैं।

आजकल, जल को पीने योग्य बनाने के लिए विशेष प्रकार के उपकरण उपलब्ध हैं। ऐसे फिल्टर उपलब्ध हैं जिनमें पॉर्सिलेन केंडिलों का उपयोग किया जाता है। इनमें भंडारित जल, पॉर्सिलेन केंडिल के माध्यम से छनकर नीचे वाले बर्तन में इकट्ठा होता है। इस जल का उपयोग पीने के लिए किया जाता है। आजकल, पराबैंगनी किरणों का उपयोग करने वाले फिल्टर भी उपलब्ध हैं। इन्हें सीधे जल के नल से ही जोड़ दिया जाता है। जैसे ही जल फिल्टर से गुजरता है, पराबैंगनी विकिरण कीटाणुओं को नष्ट करके जल को पीने के योग्य बना देते हैं। इस बारे में आप पिछली कक्षा में पढ़ चुके हैं।

*कहा जाता है कि हमारे देश में बहुत-सी बीमारियों का प्रमुख कारण सभी के लिए सुरक्षित पेय जल का उपलब्ध नहीं होना है। इस समस्या का एकमात्र हल सुरक्षित पेय जल की समुचित आपूर्ति है। सरकारी तथा गैर-सरकारी नगरीय संस्थाएँ/संगठन (NGOs) दोनों ही सुरक्षित पेय जल की सतत आपूर्ति के लिए प्रयासरत हैं। दुर्भाग्यवश, हम अभी तक इस लक्ष्य को प्राप्त नहीं कर पाए हैं।*

*एक क्षेत्र विशेष में, मृदा की प्रकृति के आधार पर, जल में भिन्न-भिन्न लवण घुले रहते हैं। कुछ क्षेत्रों में जल में फ्लोराइड लवणों का आधिक्य घुला रहता है। पेयजल में फ्लोराइड लवणों की अधिकता से हड्डियों में दोष उत्पन्न हो जाता है। ऐसे जल का पेय जल के रूप में आपूर्ति करने से पूर्व, समुचित उपचार किया जाना चाहिए।*

**उत्तर दीजिए**

1. 'पेय जल' पद को समझाइए।
2. जल को पीने योग्य बनाने की कौन-कौन सी विधियाँ हैं।
3. नगरीय निकायों के जल का शुद्धिकरण करने में विरंजक चूर्ण की क्या भूमिका है?

## 2.5 जल की तीन अवस्थाएँ

आप जानते हैं कि जल तीन अवस्थाओं, ठोस (बर्फ), द्रव (पानी), तथा गैस (जलवाष्प), में पाया जाता है। उत्तरध्रुवीय (आर्कटिक) एवम् दक्षिण ध्रुवीय (अंटार्कटिक) महासागर तथा पहाड़ों की ऊँची चोटियाँ बर्फ से ढकी हुई हैं। महासागर, सागर, झीलों एवम् नदियों में जल, द्रव रूप में उपस्थित रहता है। वायुमंडल में जल वाष्प के रूप में पाया जाता है। हम अपने घरों में भी जल की तीनों अवस्थाएँ देखते हैं। रेफ्रीजरेटर का एक भाग बर्फ बनाने के लिए ही रहता है। द्रव जल का उपयोग हम प्रतिदिन करते हैं। जल को उबालने पर हमें उसकी वाष्प दिखाई देती है।

जल की ये तीन अवस्थाएँ परिवर्तनीय हैं। द्रव-जल को उबालने पर वाष्प प्राप्त होती है। दूसरी ओर, वाष्प को ठंडा करने पर द्रव जल प्राप्त होता है। इसी प्रकार, बर्फ को गर्म करने पर द्रव जल प्राप्त होता है। यदि द्रव जल को शून्य डिग्री सेल्सियस (0°C) के नीचे तक ठंडा किया जाए तो बर्फ प्राप्त होती है।

किसी पदार्थ की अवस्था परिवर्तन के लिए ऊर्जा के आदान-प्रदान की आवश्यकता होती है। बर्फ के गलन एवम् द्रव जल के वाष्पन दोनों के लिए ही ऊर्जा की आवश्यकता होती है।

### क्रियाकलाप 3

250 mL के एक बीकर में बर्फ के कुछ टुकड़े लीजिए। बर्फ के बीच एक थर्मामीटर रखिए तथा ताप नोट कीजिए। कुछ बर्फ को पिघलने दीजिए। बर्फ का ताप पुनः नोट कीजिए। आप पाएँगे कि तंत्र का ताप अपरिवर्तित रहता है। कुछ समय के बाद इस क्रियाकलाप को दोहराइए। आप देखेंगे कि संपूर्ण बर्फ के पिघलने तक ताप अपरिवर्तित रहता है। उसके पश्चात् द्रव जल का ताप बढ़ना प्रारंभ होता है।

उक्त बीकर को खाली करके उसमें कुछ ताजा जल लीजिए। इस जल को उबलने तक गर्म कीजिए। उबलते जल के ताप को नोट कीजिए। जल को गर्म करना जारी रखिए। आप देखेंगे कि जल का ताप उसके क्वथनांक, 100°C, से आगे नहीं बढ़ता।

बीकर में रखा हुआ बर्फ, वायुमंडल से लगातार ऊष्मा प्राप्त करता रहता है। फिर भी, उसका ताप बढ़ता नहीं है। इसका कारण यह है कि वायुमंडल से प्राप्त ऊष्मा, बर्फ को पिघलाने में प्रयुक्त हो जाती है। इसी प्रकार, उबलते जल को भी लगातार ऊष्मा प्रदान की गई थी। परंतु तंत्र के ताप में कोई वृद्धि नहीं हुई, क्योंकि जल को दी गई ऊष्मा उसके वाष्पीकरण में प्रयुक्त हो गई।

उपरोक्त प्रयोग यह दर्शाते हैं कि बर्फ के गलन एवम् द्रव जल के वाष्पन में ऊर्जा की आवश्यकता होती है। दूसरी ओर, द्रव जल के बर्फ में पिंडन तथा वाष्प के द्रव में संघनन में ऊर्जा मुक्त होती है। जल के इस गुण का उपयोग हमारे दैनिक जीवन में किया जाता है। आइए, जल के वाष्पन एवम् उसके वाष्प के संघनन से संबंधित दो उदाहरणों की चर्चा करें।

ग्रीष्म ऋतु में गर्म क्षेत्रों में सामान्यतः कूलरों का उपयोग किया जाता है। इन कूलरों में जल का संचालन पंप करते हैं जो कूलर के तीन ओर रखी चटाइयों पर गिरता है। पंखा, बाहर की गर्म वायु को खींचकर कमरे की ओर भेजता है। जैसे ही यह गर्म वायु चटाइयों से होकर गुजरता है, वह गीली चटाइयों में उपस्थित जल की कुछ मात्रा को वाष्पित करती है। वाष्पित हो रहा यह जल गर्म वायु से उसकी ऊष्मा ग्रहण करके उसे ठंडा कर देता है। तत्पश्चात्, इस ठंडी वायु को कमरे में भेजा जाता है।

आप में से कुछ ने देखा होगा कि इडलियाँ कैसे बनाई जाती हैं। कच्ची इडलियों को परोसने से पूर्व भाप में पकाया जाता है। इसके लिए इनमें से भाप प्रवाहित करने की व्यवस्था की जाती है। भाप भोजन सामग्री को पकाने के लिए ऊर्जा प्रदान करती है। इस प्रक्रम के दौरान जल वाष्प संघनित होकर द्रव जल में बदल जाती है।

**इनके उत्तर दीजिए**

उचित शब्द चुनकर निम्नलिखित कथनों को पुनः लिखिए :

1. जल के पिंडन में ऊर्जा अवशोषित/मुक्त होती है।
2. जल के वाष्पन में ऊर्जा अवशोषित/मुक्त होती है।
3. बर्फ के गलन में तंत्र का ताप बदलता है/अपरिवर्तित रहता है।

## 2.6 बर्फ एवम् जल का आपेक्षिक आयतन

सामान्यतः, पदार्थ का ठोस रूप उसके द्रव रूप की तुलना में भारी होता है। परंतु, जल में स्थिति इसके विपरीत है। बर्फ (जल का ठोस रूप) द्रव जल से हल्की होती है। जल के इस असंगत व्यवहार को निम्नलिखित क्रियाकलाप द्वारा स्पष्ट देखा जा सकता है।

## क्रियाकलाप 4

एक बड़ी चम्मच में थोड़ा-सा मोम लीजिए। चम्मच के नीचे एक जलती हुई मोमबत्ती रखकर मोम को गर्म कीजिए। जैसे ही मोम गर्म होती है, वह पिघलने लगती है। नोट कीजिए कि पिघली हुई द्रव ऊपरी सतह पर आ जाती है तथा ठोस मोम चम्मच के तल में ही बनी रहती है।

अब चम्मच में बर्फ के कुछ टुकड़े लीजिए। चम्मच को जलती हुई मोमबत्ती द्‌वारा अथवा कुछ देर तक सूर्य के प्रकाश में रखकर गर्म कीजिए। बर्फ के टुकड़े पिघले हुए जल पर तैरते हैं। यह दर्शाता है कि ठोस जल (बर्फ), द्रव जल से हल्का होता है।

जब जल, बर्फ में बदल जाता है तो उसका आयतन बढ़ जाता है। इसका अर्थ यह है कि जल की समान मात्रा के लिए बर्फ का आयतन द्रव के जल के आयतन से अधिक होता है। अब हिमालय की कड़क सर्दी की कल्पना कीजिए। इस क्षेत्र में ताप शून्य डिग्री सेल्सियस के भी बहुत नीचे तक जा सकता है। स्थानीय प्रशासन द्‌वारा पाइपों से आपूर्ति किया जाने वाला जल इस ताप पर जम सकता है। जल के इस प्रकार जमने से पाइपलाइन में जल का आयतन बढ़ जाएगा और यदि पाइप बहुत मजबूत नहीं हैं तो उनमें दरार पड़ सकती है तथा अंततः वे फट भी सकते हैं।

यद्‌यपि जमने के कारण जल के इस प्रसार से नगरीय प्रशासन की जल आपूर्ति में समस्या हो सकती है, किंतु यही गुण समुद्री प्राणियों एवम् जलीय जीवन के लिए वरदान सिद्‌ध हुआ है। अत्यधिक

*आर्कटिक तथा अंटार्कटिक महासागरों के नजदीक बहुत बड़े-बड़े प्लावी बर्फ दिखाई पड़ते हैं। जल के ऊपर पूरे प्लावी बर्फ का केवल $\frac{1}{9}$ वाँ भाग हम देख पाते हैं। प्लावी बर्फ का $\frac{8}{9}$ वाँ भाग जल की सतह के अंदर बना रहता है। अतः इस भाग से गुजरने वाले जहाजों को इस प्लावी बर्फ से अत्यधिक सावधान रहना पड़ता है। प्लावी बर्फ के आकार का सही आकलन नहीं कर पाने के कारण कई बार जलपोत उनसे टकरा जाते हैं। ऐसी दुर्घटनाएँ कदाचित घातक भी होती हैं। सन 1912 में 'टाइटैनिक' नामक जलपोत एक बहुत बड़े प्लावी बर्फ से टकराकर समुद्र में डूब गया था। इस दुर्घटना में सैकड़ों यात्रियों की मृत्यु हुई थी।*

ठंडे मौसम में, जब झीलों का जल जम जाता है, जल की सतह के ऊपर बर्फ की एक ठोस सतह बन जाती है। बर्फ की यह ठोस सतह रक्षक सतह का कार्य करते हुए अपने नीचे के पानी को गर्म रखती है। इस प्रकार, बर्फ की इस सतह के नीचे समुद्री जीव-जंतु एवम् पौधे जीवित बने रहते हैं।

किसी पदार्थ की सघनता को उसके घनत्व के पद के रूप में व्यक्त किया जाता है। किसी पदार्थ का घनत्व इकाई आयतन के द्रव्यमान द्‌वारा परिभाषित किया जाता है। 4°C ताप पर जल का घनत्व 1 किलोग्राम प्रति लीटर है जो इसका उच्चतम मान है। ताप के 4°C से बढ़ने पर जल के घनत्व का मान घटता जाता है। साथ ही, ताप के 4°C कम होने पर भी जल के घनत्व का मान घटता है। जल के बर्फ में परिवर्तित होने पर, 4°C ताप पर बर्फ का घनत्व जल के घनत्व का $\frac{9}{10}$ वाँ भाग अर्थात् 900 किलोग्राम प्रति घन मीटर है।

**उत्तर दीजिए**

रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए :
1. जल का घनत्व जिस ताप पर उच्चतम होता है वह ———— डिग्री सेल्सियस है।
2. द्रवित मोम में ठोस मोम —— जाता है जबकि जल में बर्फ —— है।
3. पिंडन के प्रक्रम में जल का आयतन ———— जाता है।

## 2.7 जल में बहुत से पदार्थ विलेय हैं

जल में बहुत से पदार्थ घुलनशील हैं। अतः इसे **सार्वत्रिक विलायक** कहते हैं। किसी विलायक में घुलने वाले पदार्थों को **विलेय** कहते हैं। जब कोई विलेय, विलायक में घुलता है तो हमें **विलयन** प्राप्त होता है।

जल, पौधों के विकास के लिए आवश्यक खनिज और पोषक तत्वों को विलीन करके उनका परिवहन करता है। रक्त एवम् अन्य शारीरिक द्रव, शरीर के लिए आवश्यक पदार्थों के जलीय विलयन हैं। वास्तव में हम जितना भी जल ग्रहण करते हैं, जिसमें शीतल पेय, कॉफी, चाय तथा नल का पानी भी सम्मिलित हैं, वह सब विलयन के रूप में होता है। किसी भी पदार्थ का जल में विलयन **जलीय विलयन** कहलाता है। आइए, देखें कि विलयन बनने का यह प्रक्रम कैसे होता है।

### क्रियाकलाप 5

100 mL के एक बीकर में लगभग 30 mL जल लें। पोटैशियम परमेंगनेट के एक या दो दाने लेकर इस जल में डालें। पोटैशियम परमेंगनेट के इन रंगीन कणों के जल में विचरण का अवलोकन करें। आप देखेंगे कि बैंगनी रंग संपूर्ण जल में धीरे-धीरे फैलने लगता है। प्रारंभ में परमेंगनेट कणों के पास का क्षेत्र गाढ़ा बैंगनी रहता है। शीघ्र ही, रंग बीकर के संपूर्ण क्षेत्र में भी फैल जाता है जिससे संपूर्ण द्रव बैंगनी हो जाता है। यदि द्रव को काँच की एक छड़ से विलोडित किया जाए तो मिश्रण का रंग एकसमान होने में कम समय लगता है–विलोडन के फलस्वरूप कण जल में तेजी से मिल जाते हैं। यही परिणाम जल को गर्म करके भी प्राप्त किया जा सकता है। गर्म करने के कारण विलायक एवम् विलेय दोनों के कणों में संचलन बढ़ जाता है। इससे विलेय कणों का विलायक कणों के साथ मिश्रण होने में मदद मिलती है तथा घुलने का प्रक्रम तीव्र हो जाता है।

यह प्रयोग सिद्ध करता है कि विलेय कण एक दूसरे से अलग होकर विलायक के कणों के बीच फैल जाते हैं। अतः यह कहा जा सकता है कि विलयन बनने का प्रक्रम वास्तव में एक मिश्रण बनने का प्रक्रम है तथा जब कोई विलेय विलायक में घुलता है तो कोई रासायनिक क्रिया नहीं होती।

### क्रियाकलाप 6

100 mL के एक बीकर में लगभग 20 mL जल लीजिए। लगभग 50g नमक तौलिए। एक चुटकी नमक लेकर जल में डालिए एवम् मिश्रण को विलोडिए। इस प्रक्रिया को तब तक दोहराइए जब तक कि नमक का घुलना बंद न हो जाए। विलयन अब संतृप्तता की स्थिति में पहुँच गया है। अब इसमें और अधिक विलेय का घुलना संभव नहीं है। यह विलयन इस ताप पर नमक का **संतृप्त विलयन** कहलाता है।

शेष बचे नमक को तौल कर यह ज्ञात कीजिए कि कितना नमक विलयन में घुल चुका है। अब इस क्रियाकलाप को शक्कर के साथ दोहराइए। आप देखेंगे कि संतृप्त विलयन बनने के लिए प्रयुक्त शक्कर की मात्रा, नमक की मात्रा से भिन्न है। वास्तव में विभिन्न पदार्थों की जल में विलेयता अथवा घुलनशीलता भिन्न-भिन्न होती है।

किसी पदार्थ की किसी निश्चित ताप पर 100 mL जल में विलेय अधिकतम मात्रा उस पदार्थ की उस ताप पर **घुलनशीलता** कहलाती है। कुछ सामान्य पदार्थों की कक्ष के ताप (25°C) पर घुलनशीलता सारणी 2.1 में दी गई है।

**सारणी 2.1**

**25°C पर कुछ सामान्य पदार्थों की घुलनशीलता**

| *पदार्थ* | *घुलनशीलता* |
|---|---|
| शक्कर (चीनी) | 204 g |
| नमक | 36 g |
| अमोनियम क्लोराइड | 39 g |
| सोडियम नाइट्रेट | 102 g |
| कॉपर सल्फेट | 23 g |
| आयरन सल्फेट | 29 g |

शुद्ध जल की उपलब्धता बहुत कठिन है क्योंकि जल एक बहुत अच्छा विलायक है। साफ छनित जल में भी लवण घुले रहते हैं। हमारे दैनिक उपयोग के लिए यह जल उपयुक्त होता है। किंतु, डॉक्टरों को इंजेक्शन के लिए शुद्ध जल की आवश्यकता होती है। कुछ प्रयोगों के लिए वैज्ञानिकों को भी लवण-रहित जल की आवश्यकता होती है। इस आवश्यकता की पूर्ति **आसुत जल** द्वारा की जाती है। आसुत जल प्राप्त करने के लिए जल को पहले गर्म करके वाष्प में बदला जाता है। फिर इस वाष्प को संघनित किया जाता है। इस प्रकार प्राप्त संघनित जल, आसुत जल है। यह शुद्ध है। विलेय लवणों की अनुपस्थिति के कारण यह जल स्वाद रहित होता है। यह जल हमारे शरीर के लिए आवश्यक लवणों की पूर्ति नहीं करता है। अतः यह पीने के लिए उपयुक्त नहीं है।

अब तक हमने जल में ठोस पदार्थों की विलेयता की चर्चा की है। ठोसों के अतिरिक्त द्रव एवम् गैसें भी जल में घुलती हैं।

## *क्रियाकलाप 7*

100 mL के बीकर में लगभग 5 mL स्पिरिट (स्पिरिट लैंप में प्रयुक्त) लीजिए। इसमें 50 mL जल मिलाइए एवम् मिश्रण को विलोडित कीजिए। स्पिरिट, जल के साथ समांगी मिश्रण बनाता है। इस प्रयोग को खाना पकाने में प्रयुक्त तेल (पाक तेल) के साथ दोहराइए। आप देखेंगे कि पाक तेल, जल के साथ मिश्रित नहीं होता तथा जल के ऊपर एक अलग सतह बनाता है। सारणी 2.2 में क्या आप कुछ ऐसे द्रवों की सूची बना सकते हैं जो जल में मिश्रणीय एवम् अमिश्रणीय हैं।

**सारणी 2.2**

**कुछ अमिश्रणीय द्रव**

| *मिश्रणीय* | *अमिश्रणीय द्रव* |
|---|---|
| स्याही | मिट्टी का तेल |
| ——— | ——— |

## *क्रियाकलाप 8*

एक क्वथन नली (द्रव उबालने की परखनली) को जल से पूर्णतः भरिए। इस परखनली को एक

रबर कॉर्क, जिसमें काँच की नली लगी हो, से बंद कीजिए। काँच की एक नांद को पानी से भरिए। परखनली को उलटिए तथा एक क्लैंप से इस प्रकार कसिए कि वह सीधी बनी रहे। परखनली का खुला भाग नांद में डूबा रहना चाहिए। परखनली को स्पिरिट लैंप की सहायता से बीचों-बीच गर्म कीजिए। कुछ समय पश्चात् आपको गैस के छोटे-छोटे बुलबुले दिखाई देंगे जो परखनली के ऊपरी भाग में इकट्ठा होते हैं। परखनली के ऊपरी सिरे पर, जल के ऊपर, जब कुछ गैस इकट्ठा हो जाए तो परखनली को गर्म करना बंद कर दीजिए।

गर्म करने पर जल में विलेय कुछ गैसें उससे बाहर निकल आती हैं। जल का यह गुण समुद्री प्राणियों के लिए बहुत महत्वपूर्ण है। ऑक्सीजन, जो जीवन के लिए एक आवश्यक तत्व है, जल में अल्प विलेय है। समुद्री प्राणी जीवित रहने के लिए इसी घुली हुई ऑक्सीजन का उपयोग करते हैं। कार्बन डाइऑक्साइड जल में कुछ अधिक घुलनशील है। इस गुण का उपयोग मृदु पेय बनाने में किया जाता है। जब आप सोडा-वाटर या किसी अन्य मृदु पेय की बोतल खोलते हैं तो बोतल से बुदबुदाहट के साथ गैस निकलती दिखाई देती है। निकलने वाली गैस वह अतिरिक्त कार्बन डाइऑक्साइड है जो बोतल के द्रव में अधिक दाब पर घोली गई थी।

1. पृथ्वी के विभिन्न जल-स्रोतों की सूची बनाइए।
2. संतृप्त विलयन किसे कहते हैं?
3. आसुत जल किस प्रकार प्राप्त किया जाता है?
4. सोडा वाटर की बोतल खोलने पर 'पॉप' की ध्वनि क्यों सुनाई पड़ती है?

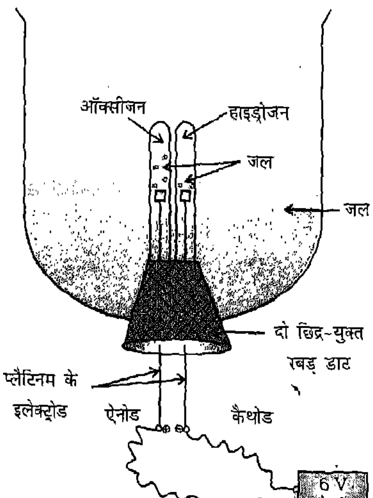
## 2.8 जल का संघटन

जल एक यौगिक है। यह दो तत्वों, हाइड्रोजन एवम् ऑक्सीजन से मिल कर बना है। जल के अपघटन द्वारा उसके घटकों को प्राप्त किया जा सकता है। जल में विद्युत् प्रवाहित करके उसे उसके घटकों में अपघटित किया जा सकता है। वह प्रक्रम, जिसमें किसी पदार्थ के विलयन में विद्युत् प्रवाहित करके कोई रासायनिक क्रिया कराई जाती है, **विद्युत् अपघटन** कहलाता है।

जल का हाइड्रोजन एवम् ऑक्सीजन में विद्युत् अपघटन करने के लिए निम्नलिखित क्रियाकलाप करें। इसके लिए आपको एक वोल्टामीटर (विद्युत् अपघटन के लिए आवश्यक उपकरण), 6 वोल्ट की एक बैटरी, परखनलियाँ तथा अल्प मात्रा में तनु सल्फ्यूरिक अम्ल की आवश्यकता होगी।

### *क्रियाकलाप 9*

एक वोल्टामीटर लें तथा उसके दोनों सिरों को चित्र 2.4 में दर्शाई गई विधि से एक 6 वोल्ट




*चित्र 2.4 जल का विद्युत् अपघटन*

की बैटरी से जोड़ें। वोल्टामीटर का लगभग आधा भाग जल से भरें तथा उसमें तनु सल्फ्यूरिक अम्ल की कुछ बूँदें डालें। अब मापन के लिए चिह्नित एक परखनली को जल से भरकर उसे किसी एक इलेक्ट्रोड पर इस प्रकार उलटिए कि वह इलेक्ट्रोड को, जैसा चित्र में दर्शाया गया है, पूर्णतः ढक ले। इसी प्रकार एक और परखनली को जल से भरकर दूसरे इलेक्ट्रोड के ऊपर उलटिए। वोल्टामीटर में विद्युत् प्रवाहित करें तथा देखें कि क्या होता है।

आप देखेंगे कि ज्यों ही विद्युत् प्रवाहित होती है, दोनों इलेक्ट्रोडों से गैस के बुलबुले निकलना प्रारंभ हो जाते हैं। किंतु दोनों इलेक्ट्रोडों पर बुलबुले बनने की गति भिन्न-भिन्न होती है। कैथोड (बैटरी के ऋणात्मक सिरे से जुड़ा इलेक्ट्रोड) पर यह गति ऐनोड (बैटरी के धनात्मक सिरे से जुड़ा इलेक्ट्रोड) की तुलना में दोगुनी होती है। गैसों से समुचित भर जाने पर परखनलियों को एक-एक करके निकालिए। ध्यान रखिए कि ऐसा करते समय गैसें परखनली से बाहर नहीं निकलें। एक जलती हुई मोमबत्ती से इन गैसों का परीक्षण कीजिए। जब जलती हुई मोमबत्ती को उस परखनली के पास लाया जाता है जिसमें अधिक गैस है तो 'पॉप' की ध्वनि होती है एवम् गैस जलने लगती है। यह हाइड्रोजन गैस का गुण है। जब जलती हुई मोमबत्ती को दूसरी परखनली के पास लाया जाता है तो मोमबत्ती की लौ की चमक बढ़ जाती है। यह ऑक्सीजन गैस का गुण है। जल के विद्युत् अपघटन से हाइड्रोजन एवम् ऑक्सीजन गैसें प्राप्त होती हैं। इस प्रयोग द्वारा ज्ञात होता है कि जल इन दो तत्वों से मिलकर बना है।

आप जानते हैं कि विद्युत् अपघटन से प्राप्त हाइड्रोजन की मात्रा, प्राप्त ऑक्सीजन की मात्रा से दोगुनी होती है। सावधानीपूर्वक किए गए प्रयोगों से यह सिद्ध किया जा सका है कि जल का एक अणु हाइड्रोजन के दो परमाणु एवम् ऑक्सीजन के एक परमाणु से मिलकर बना है। हाइड्रोजन का परमाणु 'H' द्वारा तथा ऑक्सीजन का परमाणु 'O' द्वारा दर्शाया जाता है। अतः, पानी का अणु '$H_2O$' द्वारा दर्शाया जाता है। किसी भी रासायनिक सूत्र में पादांक परमाणुओं की संख्या को दर्शाता है। रासायनिक सूत्रों के बारे में आप अगले अध्याय में और अधिक पढ़ेंगे।

1. विद्युत् अपघटन पद को समझाइए।
2. $CO_2$ में कार्बन तथा ऑक्सीजन परमाणुओं का परस्पर अनुपात क्या है?
3. एक परमाणु ऑक्सीजन एवम् दो परमाणु हाइड्रोजन के संयोग से बनने वाले पदार्थ का नाम क्या है? इसका रासायनिक सूत्र लिखिए।

## 2.9 जल के भौतिक गुण

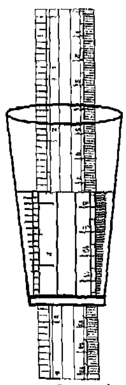
हम देख चुके हैं कि जल एक अच्छा विलायक है। शुद्ध जल रंगरहित एवम् स्वादरहित होता है। उसमें विलीन लवणों के कारण जल का एक विशिष्ट स्वाद होता है। अतः, विभिन्न स्थानों से प्राप्त जल के स्वाद भिन्न-भिन्न होते हैं। इसी प्रकार, यदि जल में कोई रंगीन पदार्थ घुला हो तो जल का रंग उस पदार्थ के रंग के समान हो जाता है।

जल में से प्रकाश गुजर (संचरित हो) जाता है। जल का यह गुण समुद्री जीवों को अपना शिकार ढूँढने एवम् दुश्मनों से उनकी रक्षा करने में सहायता करता है। जल की पारदर्शी प्रकृति के कारण सूर्य का प्रकाश समुद्री पौधों तक पहुँचता है तथा उन्हें प्रकाश-संश्लेषण

में सहयोग प्रदान करता है। चूंकि जल में से प्रकाश का संचरण हो जाता है, अतः हम जल का उपयोग एक लेंस के रूप में भी कर सकते हैं

### *क्रियाकलाप 10*

काँच के एक गिलास को स्वच्छ जल से भरिए। एक, 30 cm लंबा स्केल लीजिए एवम् उसे गिलास के पीछे सीधा खड़ा कीजिए (चित्र 2.5)। अब स्केल को गिलास में से देखने का प्रयास कीजिए। आप देखेंगे कि जल से भरा गिलास ऐसे लेंस का कार्य करता है जो स्केल पर लिखे हुए अंशांकों का साइज़ बढ़ा देता है।



*चित्र 2.5 जल-लेंस के द्वारा आवर्धन*

वह ताप, जिस पर कोई ठोस द्रव में बदलता है, उसका **गलनांक** कहलाता है। यह ताप उस पदार्थ का **हिमांक** भी है क्योंकि किसी भी पदार्थ का द्रवण एवम् हिमन एक ही ताप पर होता है। किसी भी पदार्थ का गलनांक या हिमांक निश्चित होता है तथा इसका उपयोग उस पदार्थ की उपस्थिति एवम् पहचान के लिए उसकी विशेषता के रूप में किया जाता है। बर्फ, 0°C पर जल में बदल जाता है। इसके विपरीत, इसी ताप पर जल, बर्फ में बदल जाता है।

द्रव जल, ऊष्मा प्राप्त करके वाष्प में बदल जाता है। जल का वाष्पन सभी ताप पर होता है। किंतु, किसी भी द्रव के वाष्पन की गति उसके क्वथनांक पर अधिकतम होती है। किसी पदार्थ का क्वथनांक भी निश्चित होता है। गलनांक के समान ही किसी पदार्थ का क्वथनांक भी उस पदार्थ की विशेषता होती है। जल का क्वथनांक 100°C है।

जल के अणु एक दूसरे को आकर्षित करते हैं तथा एक दूसरे से चिपके रहने का प्रयास करते हैं। यह आकर्षण विद्युतीय होता है, जिसे निम्नलिखित क्रियाकलाप द्वारा देखा जा सकता है।

### *क्रियाकलाप 11*

एक क्लैंप की सहायता से एक ब्यूरेट को स्टैंड पर कसिए। ब्यूरेट को जल से भरिए तथा इस जल को पतली धार के रूप में ब्यूरेट से बाहर निकालिए। प्लास्टिक की एक कंघी को एक ऊनी कपड़े के साथ, एक ही दिशा में, तेजी से बार-बार रगड़िए। अब, कंघी के रगड़े गए सिरे को जल की धार के पास लाइए। आप देखेंगे कि जल की धार कंघी की ओर मुड़ जाती है। ऊनी कपड़े के साथ रगड़ने से कंघी पर विद्युत् आवेश आ जाता है। इस अवलोकन में आपने देखा जल की बारीक धार आवेशित वस्तुओं की ओर आकर्षित होती है। जल का विद्युतीय गुण ही इसका कारण है तथा जल का यही गुण उसके अणुओं के आपसी आकर्षण का भी आधार है।

**इनके उत्तर दीजिए**

बताइए कि निम्नलिखित कथन सत्य हैं अथवा असत्य :

1. किसी पदार्थ का हिमांक एवम् गलनांक भिन्न-भिन्न होते हैं।
2. द्रव का वाष्पन केवल उसके क्वथनांक पर ही होता है।
3. शुद्ध जल का कोई स्वाद नहीं होता है।
4. जल में से सूर्य का प्रकाश गुजर सकता है।

## 2.10 समुद्री जल का खारापन

आप जानते हैं कि हम जिस जल का उपयोग करते हैं वह वास्तव में एक तनु विलयन है। नल के स्वच्छ जल में भी बहुत से लवण घुले होते हैं। आइए, नल के जल में घुले हुए लवणों की मात्रा जानने के लिए निम्नलिखित क्रियाकलाप करें।

### *क्रियाकलाप 12*

काँच के एक वाच-ग्लास में थोड़ा-सा नल का जल लेकर उसे खुले में रखिए। यदि आप चाहें तो वाच-ग्लास को हल्का-सा गर्म भी कर सकते हैं। आप देखेंगे कि जब वाच-ग्लास में रखा हुआ जल सूख जाता है तो वाच-ग्लास की सतह पर कुछ ठोस अपशिष्ट रह जाता है। यह अपशिष्ट जल में घुले लवणों के कारण होता है। यह प्रयोग स्पष्ट करता है कि जल में लवण घुले रहते हैं।

*कपड़े धोने के लिए सामान्यत: साबुन का उपयोग किया जाता है। जब हमें थोड़े से साबुन से बहुत-सा झाग प्राप्त होता है तो हम कहते हैं कि जल '**मृदु**' है। कुछ स्रोतों से प्राप्त जल से झाग के स्थान पर चिपचिपे कण प्राप्त होते हैं। इस जल को **कठोर जल** कहते हैं। कठोर जल साबुन का अपव्यय करता है। ऐसे जल में अपमार्जक के उपयोग से झाग का बनना प्रभावित नहीं होता। परंतु, यदि कोई व्यक्ति साबुन का ही उपयोग करना चाहता है तो यह आवश्यक है कि जल का उपयोग करने के पूर्व उपचार किया जाना चाहिए। औद्योगिक बॉयलरों में भी कठोर जल का उपयोग करने पर समस्याएँ उत्पन्न होती हैं। जल की कठोरता उसमें घुले हुए कैल्सियम एवम् मैग्नीशियम के लवणों के कारण होती है। जल से इन लवणों को हटाकर उसकी कठोरता को दूर किया जा सकता है।*

*समुद्री जल में उपस्थित पोटैशियम आयोडाइड हमारे शरीर के लिए आवश्यक है। जब समुद्री जल से नमक प्राप्त किया जाता है तो उसमें थोड़ी-सी मात्रा पोटैशियम आयोडाइड की भी होती है। जो व्यक्ति अपरिष्कृत नमक का उपयोग करते हैं, उन्हें भोजन द्वारा आवश्यक मात्रा में पोटैशियम आयोडाइड भी मिल जाता है। किंतु, परिष्करण के प्रक्रम में पोटैशियम आयोडाइड अलग कर दिया जाता है। अत:, उसे पुन: मिलाना पड़ता है। ऐसा नमक **आयोडीनयुक्त नमक** (आयोडाइज्ड नमक) कहलाता है। यह आवश्यक है कि हमें अपने भोजन में आयोडीनयुक्त नमक का उपयोग करना चाहिए। अन्यथा, हमें घेंघा जैसी बीमारी हो सकती है।*

अनेक स्थानों पर वर्षा के जल में मृदा एवम् चट्टानों के बीच प्रवाहित होते समय लवणों की समुचित मात्रा घुल जाती है। अत:, इस जल का स्वाद खारा हो जाता है। यह **खारा जल** कहलाता है (खारा, अर्थात् लवणीय)। जल का खारापन, लवणों के जल में घुलने के कारण होता है। समुद्री जल अत्यधिक खारा होता है।

नदियाँ, घुले हुए लवणों एवम् खनिजों वाला जल समुद्र में पहुँचाती हैं। समुद्री जल का सतत वाष्पन होता रहता है। यही वाष्पित जल बादल बनाता है एवम् वर्षा करता है। पृथ्वी पर पहुँचने पर इस वर्षा जल में और लवण घुल जाते हैं तथा यह नदियों के द्वारा पुन: समुद्र में पहुँचता है। इस प्रकार, समुद्र में वर्ष-प्रतिवर्ष लवण मिलते जाते हैं। एक लीटर समुद्र के जल में लगभग 35 ग्राम लवण घुले रहते हैं।

आप जानते हैं कि नमक, समुद्र के पानी से प्राप्त किया जाता है। नमक, जिसे सोडियम क्लोराइड ($NaCl$) कहते हैं, सोडियम एवम् क्लोरीन का यौगिक है। समुद्री जल में उपस्थित अन्य प्रमुख

लवण हैं: सोडियम ब्रोमाइड (NaBr), मैग्नीशियम क्लोराइड ($MgCl_2$) तथा पोटैशियम आयोडाइड (KI)। इनके अतिरिक्त, ऑक्सीजन एवम् कार्बन डाइऑक्साइड जैसी गैसें भी अल्प मात्रा में समुद्री जल में घुली रहती हैं।

विभिन्न सागरों का खारापन भिन्न-भिन्न होता है। पानी का सबसे अधिक खारापन मृत सागर में पाया जाता है। इस समुद्र में बहुत कम नदियाँ मिलती हैं। इसके विपरीत, समुद्र का पानी सतत वाष्पित होता रहता है। इसके परिणामस्वरूप मृत सागर का खारापन वर्ष-प्रतिवर्ष बढ़ता जाता है। इस समुद्र का खारापन इतना अधिक है कि इसमें कोई भी समुद्री जीव जीवित नहीं रह सकता। अत: इसका नाम मृत सागर रखा गया है। यह नमक का एक बहुत समृद्ध स्रोत है।

**जाँच प्रश्न**

1. यदि आपके पास नल का जल, कुएँ का जल एवम् समुद्र का जल, तीनों ही हों, तो किसमें लवण की मात्रा सबसे अधिक होगी?
2. उन लवणों के नाम लिखिए जो समुद्री जल से प्राप्त किए जा सकते हैं।
3. किस समुद्र में सबसे अधिक खारापन है?

## 2.11 जल-चक्र

आप पढ़ चुके हैं कि गर्म करने पर जल, वाष्प में बदल जाता है। जलवाष्प ठंडी होकर पुन: द्रव जल बनाती है। जल के इस प्रकार बार-बार परस्पर अवस्था परिवर्तन से प्रकृति में जल-चक्र का उदय होता है।

वायुमंडलीय ऊष्मा से सागरों, झीलों एवम् तालाबों का जल वाष्पित होता है। कारखानों एवम् ताप विद्युत् केंद्रों में बहुत अधिक वाष्प उत्पन्न होती है जो वायुमंडल में मिलती रहती है। पौधे, श्वसन द्वारा जलवाष्प उत्पन्न करते हैं। प्राणी, श्वसन एवम् स्वेदन के माध्यम से जलवाष्प उत्पन्न करते हैं। यह वाष्प वायुमंडल में एकत्रित होती रहती है।

पृथ्वी के आसपास मौसम गर्म रहता है, किंतु जैसे-जैसे हम ऊपर जाते हैं, वह ठंडा होता जाता है। जलवाष्प हल्की होने के कारण वायुमंडल में ऊपर की ओर जाती है। वायुमंडल की ऊपरी सतह पर, जहाँ ताप कम होता है, वाष्प ठंडी होकर छोटे-छोटे जल के कणों में संघनित हो जाती है एवम् बादल बनाती है। इन्हीं बादलों से वर्षा होती है।

भूमि से जल वायुमंडल में जाता है तथा वायुमंडल से पुन: भूमि पर वापस आता है। यह **जल-चक्र** कहलाता है। विश्व के मौसम के निर्धारण में जल-चक्र बहुत महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। बहुत अधिक मात्रा में ऊष्मा का अवशोषण करके, सागर भू-मंडलीय ऊष्मा को कम करते हैं। हम जानते हैं कि जल के वाष्पन में ऊष्मा अवशोषित होती है एवम् उसके संघनन में ऊष्मा मुक्त होती है। ऊष्मा, जो ऊर्जा का एक रूप है, का यह अवशोषण एवम् मुक्त होना थोड़ी अवधि के लिए मौसम के निर्धारण में मदद करते हैं तथा लंबी अवधि के लिए जलवायु के निर्धारण में योगदान करते हैं।

**जाँच प्रश्न**

1. जलवाष्प किन-किन माध्यमों से वायुमंडल में पहुँचती है?
2. जल चक्र किस प्रकार विश्व के ताप निर्धारण में मदद करता है?
3. 'बादल' कैसे बनते हैं?

## 2.12 जल प्रदूषण

जल में बहुधा अवांछित पदार्थ एवम् सूक्ष्म जीवाणु मिलते रहते हैं। इस प्रकार का जल **प्रदूषित जल** कहलाता है। यह स्नान एवम् पीने दोनों के ही अयोग्य है। जल प्रदूषण एवम् उसे रोकने के समुचित तरीकों को समझना नितांत आवश्यक है।

हमारे देश के बहुत से क्षेत्रों में लोगों द्वारा शौच के लिए खुले मैदानों का उपयोग एक सामान्य दृश्य है। वर्षा, मानव मल एवम् जानवरों के मल-मूत्र को बहाकर निकट के जल स्रोतों में पहुँचाती है। मानव जल एवम् मल-मूत्र में नुकसानदेह सूक्ष्म जीव होते हैं, जो प्रवाहिका, आंत्रशोथ, पेचिश तथा पीलिया जैसे रोग उत्पन्न करते हैं।

जल प्रदूषण से बचाव के लिए मानव एवम् प्राणी (या जंतु) मल को जल के स्रोतों के साथ मिलने से बचाया जाना चाहिए। गड्ढे वाले शौचालयों के निर्माण एवम् समुचित मल उपचार इस समस्या के कुछ हल हो सकते हैं। मानव एवम् प्राणी मल को बायोगैस संयंत्र में भी उपचारित किया जा सकता है। इस संयंत्र में सूक्ष्मजीव, मल का वियोजन करके एक अच्छे स्वच्छ ईंधन के साथ ही खाद का भी निर्माण करते हैं, जिसका उपयोग उर्वरक के रूप में किया जाता है।

पिछले कुछ दशकों में औद्योगिक विकास ने जल प्रदूषण की समस्या को बढ़ाया है। कारखाने बहुत बड़ी मात्रा में जल का उपयोग कर प्रदूषित जल, जिन्हें बहि: स्रावी निस्पंद कहते हैं, जल स्रोतों में मिलाते हैं। उदाहरणार्थ, प्रति एक टन कागज के निर्माण में सामान्यत: 24 टन अपशिष्ट जल निकलता है। रसायन को बनाने वाले कारखाने बहुधा अपशिष्ट पदार्थों के रूप में अनेक विषाक्त रसायन उत्पन्न करते हैं। इन अपशिष्टों को बहुधा, बिना समुचित उपचार किए, नदियों में मिला दिया जाता है। इस प्रकार नदियों का जल मछलियों एवम् जलीय पौधों के लिए विषाक्त हो जाता है। बहता जल नैसर्गिक प्रक्रम द्वारा अपनी कुछ अशुद्धियों को स्वयं दूर कर सकता है। परंतु, औद्योगिक अपशिष्टों को नैसर्गिक प्रक्रमों द्वारा आसानी से दूर नहीं किया जा सकता। इस प्रकार, नदियों का जल प्रदूषित हो जाता है तथा इसका उपयोग करने वाले व्यक्तियों में बहुत सी बीमारियाँ उत्पन्न कर सकता है। कारखानों से अपेक्षा की जाती है कि वे उनके द्वारा उत्पन्न बहि: स्रावी अपशिष्टों को उपचारित करें। विषाक्त रसायनों से युक्त जल को रासायनिक प्रक्रमों द्वारा उपचारित करके हानिरहित जल में परिवर्तित किया जाना चाहिए। यह आवश्यक है कि इस संबंध में शासन द्वारा बनाए गए नियमों एवम् कानूनों का कड़ाई से पालन हो।

*भारत की पवित्र नदी गंगा किसी समय बहुत स्वच्छ थी। अवांछित पदार्थों के लगातार मिलते रहने से यह नदी दिन-प्रतिदिन प्रदूषित होती जा रही है। इसे स्वच्छ करने के लिए नैसर्गिक प्रक्रम पर्याप्त नहीं हैं, क्योंकि इसमें बहुत बड़ी मात्रा में अपशिष्ट पदार्थों को मिलाया जा रहा है। इसके अतिरिक्त, बहुत बड़ी मात्रा में ऐसे रसायनों, जो सूक्ष्मजीवों द्वारा वियोजित नहीं हो सकते, को भी इसमें मिलाया जा रहा है। कुछ स्थानों पर गंगा के जल में अत्यधिक प्रदूषण है।*

*गंगा नदी को स्वच्छ करने के लिए भारत सरकार ने एक योजना प्रारंभ की है। इस योजना में इस नदी के किनारे स्थित सभी नगरों में वाहित मल को उपचारित किया जाता है। इस उपचार द्वारा वाहित मल को, नदी के जल में मिलाने से पूर्व, उपचारित कर हानिरहित बनाया जाता है। औद्योगिक अपशिष्ट को भी नदी में मिलाने से पूर्व उपचारित किया जाता है। इस योजना के अंतर्गत गंगा नदी के किनारे वृक्षों को लगाने का भी प्रावधान है। इन पौधों से क्षेत्र की सुंदरता बढ़ाने के अतिरिक्त पर्यावरण को स्वच्छ रखने में भी मदद मिलने की आशा है। इसके अतिरिक्त, अनेक स्थानों पर नदी के किनारे जमा गाद को हटाने की महत्वाकांक्षी प्रक्रिया भी प्रगति पर है। इससे जल के मुक्त एवम् निर्बाध बहाव में मदद मिलेगी।*

नगरों में प्रतिदिन जल की बहुत बड़ी मात्रा नालियों में बहाई जाती है। यदि इस जल को उपचारित

किए बिना ही जल स्रोतों में मिलने दिया जाता है तो यह जल के स्रोत को प्रदूषित कर देता है। बड़े नगरों में सामान्यत: जल शोधन संयंत्र होते हैं।

यह संयंत्र बिना घुली सामग्रियों को छानकर जल में से अलग कर देता है। जल में अवांछित विलेय रसायनों को भी रासायनिक उपचार द्वारा अलग किया जाता है। उपचारित जल को या तो जल स्रोतों में मिला दिया जाता है अथवा घरों में उसका पुन: उपयोग कर लिया जाता है। कभी-कभी, यदि जल शोधन संयंत्र खेतों के आसपास हो, तो उपचारित जल का उपयोग खेती के लिए भी किया जाता है।

1. जल प्रदूषण के विभिन्न कारण लिखिए।
2. आपके स्थानीय जल आपूर्ति स्रोत से प्राप्त जल में उपस्थित क्या अनचाही सामग्री हो सकती है?
3. नगरों में बहि:स्रावी उपचार संयंत्र की भूमिका क्या है?

असंगत व्यवहार, क्वथनांक, क्लोरीनीकरण, संघनन, घनत्व, विलयन, विद्युत् अपघटन, हिमांक, हरित क्रांति, कठोर जल, जल विद्युत्, आयोडीनयुक्त नमक, गलनांक, पेय जल, स्रोत, खारापन, संतृप्त विलयन, जमना, विलेयता, विलेय, विलयन, विलायक, सार्वत्रिक विलायक, जल-चक्र, जल प्रदूषण।

## सारांश

जल एक महत्वपूर्ण प्राकृतिक संसाधन है। पृथ्वी पर जल की प्रचुर मात्रा उपलब्ध है। परंतु, उपयोग करने योग्य जल की मात्रा बहुत कम है।

जीवन के निर्वाह के लिए जल आवश्यक है। यह आवश्यक प्रक्रमों के लिए माध्यम का कार्य करता है।

झीलें, भूमि जल एवम् बर्फ की चोटियाँ जल के कुछ स्रोत हैं।

पेय जल एक महत्वपूर्ण पदार्थ है। निस्पंदित कणों को अलग करके एवम् उसमें उपस्थित नुकसानदेह कीटाणुओं को नष्ट करके जल को पीने योग्य बनाया जाता है।

जल तीन अवस्थाओं में पाया जाता है। ये अवस्थाएँ विनिमेय (परस्पर परिवर्तनीय) हैं। अवस्था परिवर्तन के साथ ऊर्जा का आदान-प्रदान भी होता है।

जल एक असंगत व्यवहार प्रदर्शित करता है। बर्फ (जल का ठोस रूप), द्रव जल से हल्का होता है।

जल एक सार्वत्रिक विलायक है। बहुत से पदार्थ इसमें घुल जाते हैं। विभिन्न पदार्थों की जल में घुलनशीलता भिन्न-भिन्न होती है।

जल, हाइड्रोजन एवम् ऑक्सीजन से मिल कर बना है। इन्हें विद्युत् अपघटन द्वारा अलग किया जा सकता है। जल का एक अणु हाइड्रोजन के दो परमाणु एवम् ऑक्सीजन के एक परमाणु से मिल कर बनता है।

जल के गुण अद्‌वितीय हैं। जल का हिमांक एवम् क्वथनांक क्रमशः 0°C तथा 100°C हैं। जल एक रंगरहित, गंधरहित एवम् पारदर्शक द्रव है। जल विद्युतीय गुण भी प्रदर्शित करता है।

घुले हुए लवणों के कारण जल का स्वाद खारा होता है। समुद्री जल भी खारा होता है, क्योंकि उसमें कई लवण घुले रहते हैं। मृत सागर के जल का खारापन सबसे अधिक है।

द्रव जल का वाष्पन एवम् जल वाष्प का संघनन जल-चक्र के दो महत्वपूर्ण प्रक्रम हैं। जल-चक्र, जल स्रोतों की पूर्ति करता है तथा भू-मंडलीय मौसम को बनाए रखने में सहायता करता है।

जल आसानी से प्रदूषित हो जाता है। चूंकि प्रदूषित जल मानव के उपयोग के योग्य नहीं होता, अतः जल प्रदूषण को न्यूनतम रखने का प्रयास किया जाना चाहिए। उपयोग से पूर्व प्रदूषित जल को उपचारित किया जाना चाहिए।

## अभ्यास

1. निम्नलिखित पदों को समझाइए :

(i) संसाधन (ii) प्रकाश-संश्लेषण (iii) संतृप्त विलयन
(iv) पेय जल (v) जल का असंगत व्यवहार (vi) विद्युत् अपघटन
(vii) जल का खारापन (viii) जल प्रदूषण (ix) जल-चक्र।

2. निम्नलिखित के लिए कारण दीजिए:

(i) गर्म मौसम में पसीना अधिक निकलता है।
(ii) कुओं के पानी में पोटैशियम परमेंगनेट डाला जाता है।
(iii) जल के विद्युत् अपघटन में प्राप्त होने वाले हाइड्रोजन का आयतन, प्राप्त होने वाली ऑक्सीजन के आयतन का दोगुना होता है।
(iv) जल एक सार्वत्रिक विलायक है।
(v) अत्यधिक ठंड में जल के पाइप फट सकते हैं।
(vi) नगरों एवम् बड़े शहरों में बड़े-बड़े जल शुद्धिकरण संयंत्र लगाए जाते हैं।
(vii) डेजर्ट कूलरों में जल का उपयोग किया जाता है।

3. निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए :

(i) जल के विभिन्न उपयोग क्या-क्या हैं?
(ii) जल के विभिन्न स्रोतों के नाम बताइए।
(iii) जीवन के निर्वाह में जल का क्या महत्व है?
(iv) ऐसी कुछ विधियाँ बताइए जिनसे जल प्रदूषण को नियंत्रित किया जा सके।
(v) जल को पीने योग्य बनाने की विधियाँ लिखिए।
(vi) जल के तीन भौतिक गुण बताइए।
(vii) पाँच ऐसे पदार्थों के नाम लिखिए, जो जल में घुलनशील हैं।

4. उचित शब्दों अथवा शब्दों के समूहों का उपयोग करके रिक्त स्थान भरिए:

(i) पृथ्वी पर स्वच्छ जल का प्रतिशत ———— से भी कम है।
(ii) जल का अणु ———— तथा ———— से मिल कर बनता है।
(iii) ———— के जल का खारापन सबसे अधिक है।
(iv). जल की तीन अवस्थाएँ हैं : ————, ———— और ————।
(v) पाक तेल एवम् जल परस्पर ———— हैं।
(vi) किसी पदार्थ की सघनता को उसके ———— द्वारा दर्शाया जाता है।
(vii) जल का घनत्व ———— पर अधिकतम होता है।

5. निम्नलिखित को आप कैसे दर्शाएँगे :

(i) पौधों की उत्पत्ति एवम् वृद्धि के लिए जल आवश्यक है।
(ii) नल के जल में लवण घुले रहते हैं।
(iii) बर्फ के पिघलने में ऊष्मा अवशोषित होती है।
(iv) काँच के गिलास में रखा हुआ जल, लेंस का कार्य कर सकता है।
(v) जल की एक बारीक धार विद्युत् आवेशित वस्तुओं की ओर आकर्षित होती है।
(vi) जल, हाइड्रोजन एवम् ऑक्सीजन से मिल कर बनता है।
(vii) एल्कोहॉल जल में सभी अनुपात में मिश्रणीय है।
(viii) विभिन्न लवणों की जल में विलेयता की एक सीमा होती है।

6. उचित शब्द चुनकर निम्नलिखित कथनों को पुन: लिखिए:

(i) कॉपर सल्फेट की जल में विलेयता नमक से अधिक/कम होती है।
(ii) ठोस जल (बर्फ) का घनत्व द्रव जल से अधिक/कम होता है।
(iii) पैसिफिक महासागर के जल का खारापन मृत सागर के जल के खारेपन से अधिक/कम है।
(iv) तरबूज में पानी का प्रतिशत सबसे अधिक/कम होता है।
(v) समुद्र के किनारे का मौसम समुद्र से दूर किसी स्थान की अपेक्षा ठंडा/गर्म होता है।

(vi) जल वाष्प के संघनन में ऊर्जा अवशोषित/मुक्त होती है।

(vii) किरोसिन (मिट्टी का तेल) जल में मिश्रणीय/अमिश्रणीय है।

(viii) जल के विद्युत् अपघटन में धनाग्र पर मुक्त गैस हाइड्रोजन/ऑक्सीजन होती है।

7. अपनी स्थानीय नगरीय संस्थाओं (ग्राम पंचायत, नगर पालिका अथवा नगर निगम) से वर्षा के आंकड़े प्राप्त करके भिन्न-भिन्न वर्षों में उसके अंतर का अध्ययन कीजिए। क्या आप इस अंतर का कारण बता सकते हैं?

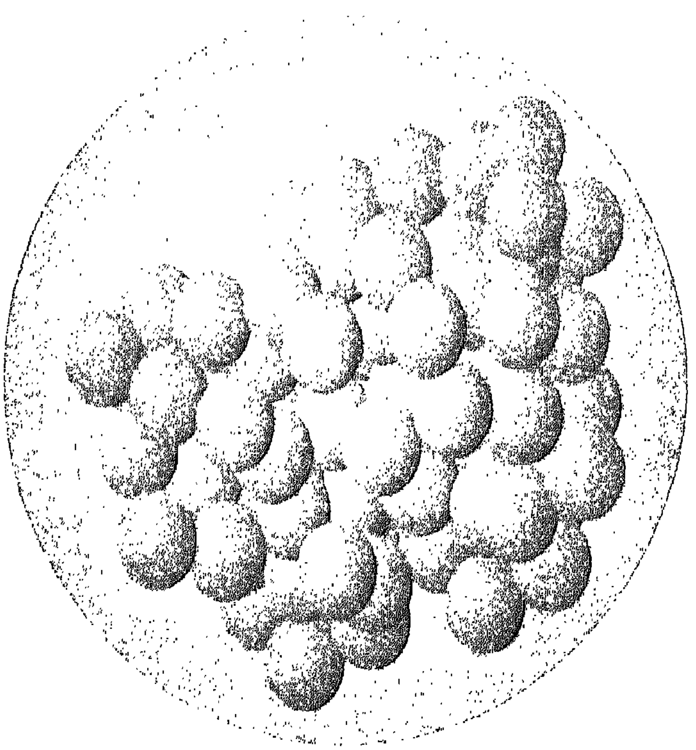
8. भारत के लिए मानसून बहुत महत्वपूर्ण है। आजकल ऐसी व्यवस्था संभव हुई है, जिससे मानसून का पूर्वानुमान लगाया जा सके। आवश्यक जानकारी प्राप्त करके मानसून के पूर्वानुमान पर एक निबंध लिखिए।

9. आप जानते हैं कि पेय जल एक मूल्यवान वस्तु है। नागरिकों को पेय जल के न्यायोचित उपयोग के प्रति जागरुकता पैदा करने के लिए 'जल की प्रत्येक बूँद बचाइए' अभियान की रूपरेखा तैयार कीजिए।

10. जल प्रदूषण एक बड़ी समस्या है। अपने आसपास के क्षेत्र में जल प्रदूषण के कारण जानने के लिए एक सर्वेक्षण कीजिए तथा उससे बचने के उपाय सुझाइए।

11. जल का खारापन दूर करने की विभिन्न विधियों की जानकारी प्राप्त कीजिए तथा 'जल का खारापन' दूर करने पर एक लेख लिखिए।

12. छोटे-छोटे कार्यों में जल के अपव्यय की बहुधा अनदेखी की जाती है। एक टपकते नल से एक दिन में टपकने वाले पानी के आयतन की (लीटरों में) गणना कीजिए। टपकने की दर को एक बूँद प्रति सेकंड तथा एक बूँद का आयतन 0.05 mL मानिए।



अध्याय 3

# द्रव्य की संरचना

हम जानते हैं कि द्रव्य तीन अवस्थाओं–ठोस, द्रव और गैस–में पाया जाता है। पत्थर, लकड़ी, लोहा तथा नमक जैसी वस्तुएँ ठोस रूप में पाई जाती हैं जबकि जल, किरोसिन, स्पिरिट, तेल तथा पेट्रोल जैसी वस्तुएँ द्रव रूप में पाई जाती हैं। हवा, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, कार्बन डाइऑक्साइड तथा जल वाष्प जैसे द्रव्य गैसीय अवस्था में पाए जाते हैं। आप पढ़ चुके हैं कि सभी द्रव्य स्थान घेरते हैं तथा उनका द्रव्यमान होता है। ठोसों की आकृति निश्चित होती है तथा वे एक निश्चित स्थान घेरते हैं। द्रवों की आकृति निश्चित नहीं होती है किंतु वे एक निश्चित स्थान घेरते हैं। गैसों की न तो आकृति निश्चित होती है और न ही उनके द्वारा घेरा गया स्थान निश्चित होता है।

पदार्थ ठोस, द्रव अथवा वाष्प रूप में क्यों पाए जाते हैं? ठोस द्रव में एवम् द्रव वाष्प में क्यों बदल जाते हैं? इस अध्याय में हम इन प्रश्नों के उत्तर जानने का प्रयास करेंगे। हम द्रव्य का तत्व, यौगिक एवम् मिश्रण के रूप में वर्गीकरण तथा तत्वों एवम् यौगिकों को व्यक्त करने के लिए क्रमशः प्रतीकों एवम् सूत्रों के संबंध में भी अध्ययन करेंगे। रासायनिक अभिक्रियाओं को व्यक्त करने के लिए समीकरण

लिखने में सूत्रों के महत्व की चर्चा भी हम इस अध्याय में करेंगे।

## 3.1 द्रव्य की कणीय प्रकृति

मनुष्य द्वारा विभिन्न प्रकार के द्रव्य एवम् पदार्थों की प्रकृति को समझने का प्रयास आदि काल से होता रहा है। सदियों पूर्व ग्रीकवासियों का विश्वास था कि सभी पदार्थ अग्नि, जल, वायु एवम् पृथ्वी, इन चार मूल घटकों से मिलकर बने हैं। उनके अनुसार किसी पदार्थ विशेष के गुण उस पदार्थ में इन चार मूल घटकों के संयोजन अथवा अनुपात पर निर्भर करते थे। भारतीय दर्शन के अनुसार द्रव्य पाँच 'भूतों' (तत्वों) यथा आकाश, वायु, तेज (अग्नि), एवम् जल तथा क्षिति (पृथ्वी) से मिलकर बना माना जाता था।

**कणाद**

*कणाद भारतीय दार्शनिकों एवम् दर्शन की वैसेशिका परंपरा के अग्रणी प्रवर्तकों में से एक थे।*

*वह सदैव 'अणु' के मनन में लगे रहते थे। वह अपने 'अणुसिद्धांत' में इतने मग्न रहते थे कि ऐसा प्रतीत होता था जैसे वह अणुओं में ही निवास करते हैं। भारतीय दर्शन की वैसेशिका परंपरा के वह पहले एवम् सर्वश्रेष्ठ विद्वान माने जाते हैं। श्रीधर रचित 'न्याय कंडाली' के अनुसार 'कणाद' शब्द का मूल अर्थ है "ऐसा व्यक्ति जो जीवन के लिए भोजन के छोटे कणों पर निर्भर हो।" इसका संबंध संभवत: विचारकों के उस वर्ग से है जिनकी मान्यता थी कि संपूर्ण विश्व द्रव्य के न्यूनतम कण से बना है जिन्हें 'अणु' कहते हैं । 'कणाद' को, उनके अन्य समानार्थी नामों जैसे 'कणभुज' तथा 'कणभक्ष' अथवा उनके गोत्र 'कश्यप' से भी जाना जाता है। यह मान्यता है कि 'कणाद' वाराणसी में रहते एवम् पढ़ाते थे।*

महान भारतीय मुनि **कणाद** शायद पहले व्यक्ति थे जिन्होंने यह कहा कि अपनी भौतिक अवस्थाओं से अप्रभावित रहते हुए सभी द्रव्य बहुत छोटे कणों से मिलकर बने हैं जिन्हें **अणु** कहा गया।

बाद में, सन 1808 ई. में जॉन डाल्टन ने भी यह प्रस्तावित किया कि सभी द्रव्य अत्यंत सूक्ष्म कणों से मिलकर बने हैं जिन्हें और आगे विभाजित करना संभव नहीं है। इन सूक्ष्म कणों को उन्होंने **परमाणु** नाम दिया।

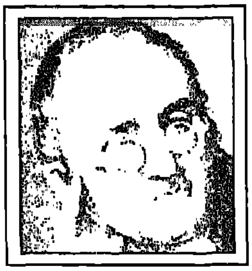
डाल्टन के सिद्धांत को मान्यता मिलने के साथ ही यह स्वीकार कर लिया गया कि सभी द्रव्य, भौतिक अवस्था से अप्रभावित रहते हुए, बहुत सूक्ष्म कणों से मिलकर बने हैं। अब प्रश्न यह उठता है कि द्रव्य की तीन अवस्थाएँ एक-दूसरे से किन आधारों पर भिन्न हैं। आइए, इसे समझने का प्रयास करें।

### *क्रियाकलाप 1*

बर्फ का एक बड़ा टुकड़ा किसी बीकर में रखिए तथा उसका अवलोकन कीजिए। आप देखेंगे कि ठोस बर्फ की आकृति निश्चित है तथा वह एक निश्चित स्थान घेरती है।

अब बीकर को गर्म कीजिए (अथवा उसे कुछ समय तक कमरे के ताप पर रखिए)। बर्फ पिघलकर द्रव-जल बन जाएगी। इस प्रकार प्राप्त द्रव-जल की आकृति उस पात्र की आकृति के समान हो जाती है जिसमें वह रखा है। यदि आप इस जल को किसी अन्य बर्तन में उड़ेलें तो यह उस बर्तन की आकृति ग्रहण कर लेगा।

यदि इस द्रव-जल को पुनः गर्म किया जाए, तो वह वाष्पित हो जाएगा। जल-वाष्प के कण (अणु) न केवल पूरे पात्र का स्थान घेर लेते हैं वरन् उसके बाहर भी जा सकते हैं। गैसीय अवस्था में ये कण स्वतंत्र तथा यादृच्छिक (किसी भी दिशा में) रूप में विचरण करते हैं। अतः, गैसीय अवस्था में कण समस्त उपलब्ध स्थान को घेर लेते हैं।



### जॉन डाल्टन

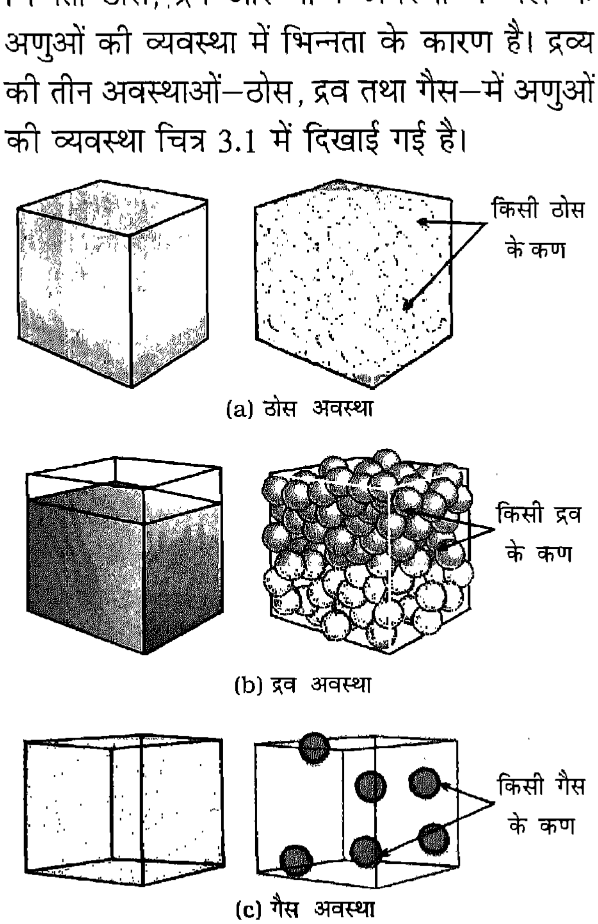
*जॉन डाल्टन का जन्म सन 1766 ई. में इंग्लैंड के एक गरीब बुनकर परिवार में हुआ था। उन्होंने अपना कार्यक्षेत्र 12 वर्ष की आयु में शिक्षक के रूप में गांव की एक शाला से प्रारंभ किया था। सात वर्ष पश्चात् वह एक शाला के प्राचार्य बने। सन 1793 ई. में वह महाविद्यालय में गणित, भौतिकी एवम् रसायन का अध्यापन करने मेनचेस्टर चले गए। उन्होंने कुछ समय बाद ही इस पद से त्यागपत्र दे दिया क्योंकि अध्यापन के कार्य के कारण उनके वैज्ञानिक शोधकार्यों में बाधा उत्पन्न होती थी।*

*सन 1808 ई. में डाल्टन ने अपना परमाणु सिद्धांत प्रतिपादित किया। तत्वों के सबसे छोटे कण को 'परमाणु' नाम प्रदान करने वाले रसायनज्ञों में वह अग्रज थे। डाल्टन ने यह सुझाव प्रस्तुत किया कि किसी तत्व के सभी परमाणु एकसमान व्यवहार करते हैं। उन्होंने परमाणुओं की कल्पना अतिसूक्ष्म कठोर, ठोस कणों के रूप में की। डाल्टन ने किसी तत्व के परमाणुओं को किसी संकेत अथवा प्रतीक द्वारा व्यक्त करने का सुझाव भी प्रस्तुत किया। डाल्टन के विचार आज भी उपयोगी हैं यद्यपि अब किसी तत्व के विषय में हमारी जानकारी अधिक स्पष्ट है। डाल्टन की मृत्यु सन 1844 ई. में हुई।*

## 3.2 कणों के मध्य बल

हम पढ़ चुके हैं कि द्रव्य कणों से मिलकर बना है। यह कण अणु अथवा परमाणु हो सकते हैं।

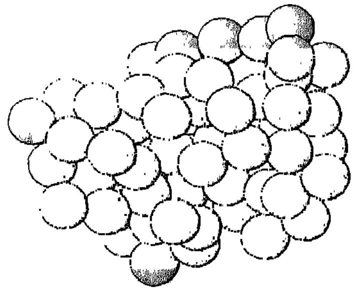
हम जानते हैं कि बर्फ, द्रव-जल तथा जल-वाष्प एक ही पदार्थ, जल, की विभिन्न अवस्थाएँ हैं। अतः इन सभी अवस्थाओं में उसके कण (अणु) एकसमान होने चाहिए। फिर इनके गुणों में भिन्नता क्यों है? यह भिन्नता ठोस, द्रव और वाष्प अवस्था में जल के अणुओं की व्यवस्था में भिन्नता के कारण है। द्रव्य की तीन अवस्थाओं–ठोस, द्रव तथा गैस–में अणुओं की व्यवस्था चित्र 3.1 में दिखाई गई है।




*चित्र 3.1 गैस, द्रव तथा ठोस अवस्थाओं में अणुओं की व्यवस्था*

ध्यान दीजिए कि किसी ठोस में कण एक-दूसरे से बहुत निकट (पास-पास) पैक किए (संकुलित) होते हैं तथा गति करने के लिए स्वतंत्र नहीं होते। द्रवों में कण यद्यपि एक-दूसरे के पास-पास होते हैं परंतु वह एक-दूसरे के पास से गुजरकर चारों ओर गति कर सकते हैं। गैसों में कणों की व्यवस्था निश्चित नहीं होती तथा ठोसों एवम् द्रवों की तुलना में कण एक-दूसरे से दूर-दूर तक फैले होते हैं। गैसों में कण गति करने के लिए पूरी तरह स्वतंत्र होते हैं।

ठोसों तथा द्रवों में कण पास-पास क्यों पैक किए होते हैं ? इसका कारण कणों के बीच लगने वाला आकर्षण बल है। यह बल कणों के बीच की दूरी पर निर्भर करते हैं। कणों के बीच परस्पर दूरी जितनी अधिक होती है उनमें आकर्षण बल उतना ही दुर्बल या क्षीण होता है। इस प्रकार द्रव्य की तीन अवस्थाओं में कणों के मध्य आकर्षण बल एकसमान नहीं होता। बर्फ जैसे ठोसों में कणों के बीच परस्पर आकर्षण प्रबल (अधिक) होता है। अतः, वे एक-दूसरे के बहुत पास होते हैं और गति करने के लिए स्वतंत्र नहीं होते (चित्र 3.2)। **इसलिए, ठोस पदार्थ कठोर होते हैं तथा उन्हें आसानी से संपीड़ित नहीं किया जा सकता।**



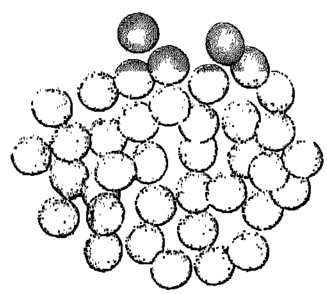
*चित्र 3.2 किसी ठोस के कणों का चित्रात्मक निरूपण*

इससे यह भी स्पष्ट हो जाता है कि ठोसों की आकृति एवम् आयतन निश्चित क्यों होते हैं।

## *क्रियाकलाप 2*

काँच की लंबी नली लगे किसी फ्लास्क में कुछ मोम लेकर गर्म कीजिए तथा उसमें होने वाले परिवर्तनों का अवलोकन कीजिए। इन अवलोकनों एवम् अपने निष्कर्षों को नोट कीजिए।

जब हम बर्फ अथवा मोम जैसे किसी ठोस पदार्थ को गर्म करते हैं, तो उसके कण ऊर्जा प्राप्त करते हैं। इसके कारण कण अपने स्थान पर आगे-पीछे और तीव्रता से गति (कंपन) करने लगते हैं। यदि हम ठोस को गर्म करते जाएँ तो उसके कणों की इस गति में भी वृद्धि होती जाती है। ठोस के गलनांक पर उसके कणों की बढ़ी हुई गति उनके बीच आकर्षण बल को निष्प्रभावी कर देती है तथा ठोस, द्रव में बदल जाता है (चित्र 3.3)।

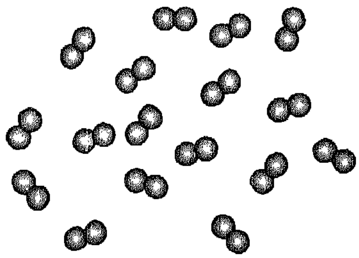


*चित्र 3.3 किसी द्रव के कणों का चित्रात्मक निरूपण*

द्रवों में अणु एक-दूसरे से अपेक्षाकृत कम प्रबलता से जुड़े रहते हैं। अतः, **द्रवों को कुछ सीमा तक संपीड़ित किया जा सकता है।** इसके फलस्वरूप द्रव के अणु एक-दूसरे के ऊपर आसानी

से सरक सकते हैं तथा उन्हें जिस पात्र में रखा जाता है वह उसकी आकृति ग्रहण कर लेते हैं।

गैसों में, कण एक-दूसरे से दूर-दूर स्थित होते हैं। उनके बीच आकर्षण बल, ठोसों एवम् द्रवों की तुलना में नगण्य होता है। अत:, गैसों में कण स्वतंत्रतापूर्वक गति कर सकते हैं तथा वह एक-दूसरे से बहुत दूर हो जाते हैं (चित्र 3.4)।



***चित्र 3.4** किसी गैस के कणों का चित्रात्मक निरूपण*

अत:, गैसें जिस पात्र में रखी जाती हैं उसकी आकृति एवम् आयतन ग्रहण कर लेती हैं। **चूंकि इनके कणों के बीच खाली स्थान होता है अत: इन्हें आसानी से संपीड़ित किया जा सकता है।**

**इनके उत्तर दीजिए**

1. निम्नलिखित सूची में से उचित शब्द अथवा शब्दों को चुनकर रिक्त स्थानों में भरिए :
   बहुत अधिक, निश्चित, दूसरा, पास-पास, स्वतंत्रता से, गति, बर्तन, बल, आकर्षण, आकृति
   (i) गैसीय अवस्था में कण ———— गति करते हैं।
   (ii) द्रव अवस्था में कण उसमें ———— कर सकते हैं।
   (iii) किसी ठोस के कण ——— पैक किए (संकुलित) होते हैं तथा ——— गति नहीं कर सकते।
   (iv) द्रव, जिन बर्तनों में रखे जाते हैं, उन्हीं की ———— ग्रहण कर लेते हैं।
   (v) किसी गैस के कणों के बीच दूरी ——— होती है।
   (vi) ठोसों में कण परस्पर प्रबल ——— बलों से जुड़े रहते हैं।
2. गैसीय अवस्था में कणों के मध्य आकर्षण बल नगण्य क्यों होता है?
3. ठोसों की अपेक्षा, द्रवों में कण परस्पर कम दृढ़ता से क्यों जुड़े होते हैं?

**क्रियाकलाप 3**

दो गुब्बारे एवम् लोहे की एक गेंद लीजिए। गुब्बारों को 'A' एवम् 'B' लिखकर चिह्नित कीजिए। गुब्बारे 'A' में हवा तथा 'B' में पानी भरिए। दोनों गुब्बारों तथा लोहे की गेंद को हाथ से दबाइए। आप अपने अवलोकनों एवम् निष्कर्षों को सूचीबद्ध कीजिए। इस क्रियाकलाप से आप क्या निष्कर्ष निकालते हैं?

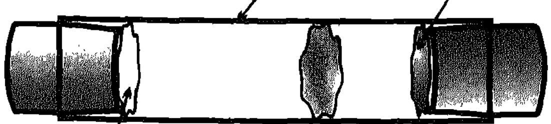
## 3.3 अणुओं की गति

संभवत: आपने किसी अंधेरे कमरे में प्रवेश करती सूर्य की किरणों के मार्ग में धूल के कणों की हलचल (संचलन) को देखा होगा। इसी प्रकार टॉर्च के प्रकाश में भी धूल के कणों की हलचल को देखा जा सकता है। हम देखते हैं कि धूल के कणों की हलचल सतत एवम् अनियमित होती है। ऐसा वायु के कणों या अणुओं की उपस्थिति के कारण होता है। वायु के अणु सतत गतिशील रहते हैं। जब यह अणु धूल के किसी कण से टकराते हैं तो उनकी गति की दिशा बदल जाती है। धूल के कणों से बड़ी संख्या में वायु के अणु टकराते

रहते हैं। वायु के उच्च चाल से गतिशील अणु सभी दिशाओं से धूल के कणों से टकराते हैं। इसके परिणामस्वरूप धूल के कण सतत रूप से अनियमित गति करते रहते हैं। इस प्रकार की गति को **यादृच्छिक गति** कहते हैं। धूल के कणों की इस गति की खोज राबर्ट ब्राउन नामक वैज्ञानिक ने की थी। इसलिए इस प्रकार की गति को **ब्राउनी-गति** कहते हैं।

## *क्रियाकलाप 4*

लगभग आधा मीटर लंबी काँच की एक शुष्क नली लीजिए। इसे चित्र 3.5 के अनुसार, क्लेंप द्वारा एक लेबोरेटरी स्टैंड में लगाइए। रुई के दो प्लग लेकर उनमें से एक को अमोनिया तथा दूसरे को सांद्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (HCl) से गीला कीजिए। रुई के एक प्लग को नली के एक सिरे पर तथा दूसरे को विपरीत सिरे पर एक साथ लगाइए। अब नली के दोनों सिरों को चित्र 3.5 के अनुसार रबड़ कार्क से बंद कीजिए।




*चित्र 3.5 अमोनिया एवम् हाइड्रोजन क्लोराइड गैसों का एक-दूसरे की ओर विसरण*

कुछ ही समय बाद आप देखेंगे कि हाइड्रोक्लोरिक अम्ल वाले सिरे के पास धुएँ का एक सफेद छल्ला बन गया है। यह छल्ला क्यों और कैसे बन जाता है? नली के सिरों पर लगे रुई के प्लगों से अमोनिया एवम् हाइड्रोजन क्लोराइड गैसों के अणु एक-दूसरे की ओर गति करते हैं। जब दोनों गैसों के अणु परस्पर मिलते हैं तो वे आपस में अभिक्रिया करके नया पदार्थ बनाते हैं जो सफेद छल्ले के रूप में दिखाई देता है। यह सफेद धुआँ अमोनियम क्लोराइड का होता है।

सफेद छल्ले का हाइड्रोक्लोरिक अम्ल वाले सिरे के पास दिखाई देना यह दर्शाता है कि अमोनिया के अणु, हाइड्रोजन क्लोराइड गैस के अणुओं की तुलना में तेजी से गमन करते हैं। इसका कारण यह है कि अमोनिया के अणु हाइड्रोजन क्लोराइड के अणु की तुलना में हल्के होते हैं। पिछली कक्षा में आप ठोस के कणों का द्रव में संचलन, पोटैशियम परमेंगनेट के एक छोटे से क्रिस्टल अथवा स्याही की टिकिया को जल से भरे गिलास में डालकर देख चुके हैं। कुछ समय पश्चात् परमेंगनेट का रंग गिलास के पूरे जल में फैल जाता है। यह क्रियाकलाप हमें वायु एवम् जल में पदार्थ के कणों की संचलन गति का आभास कराते हैं।

हमारा यह सामान्य अनुभव है कि यदि किसी कमरे के एक कोने में कोई अगरबत्ती जलाई जाए अथवा इत्र की बोतल खोली जाए तो कुछ समय पश्चात् उसकी सुगंध सारे कमरे में फैल जाती है। इसका कारण यह है कि वायु के अणु निरंतर यादृच्छिक अर्थात् अनियमित गति करते रहते हैं तथा सुगंधित पदार्थ के अणुओं से टकराते हैं। कणों की इस गति के कारण किसी तरल (द्रव अथवा गैस में ) पदार्थ के अणुओं का कुछ अवधि के पश्चात् इस प्रकार वितरण हो जाता है कि उनका एक समांगी मिश्रण

बन जाता है। इस प्रक्रम को **विसरण** कहते हैं। घरों में उपयोग होने वाली रसोई गैस के रिसाव की जानकारी भी विसरण प्रक्रम के द्वारा ही प्राप्त होती है। इसके लिए द्रवित पेट्रोलियम गैस या LPG में तीव्र गंध वाला एक पदार्थ मिलाया जाता है। गैस का रिसाव होने पर इस पदार्थ के विसरण से उसकी गंध शीघ्र चारों ओर फैल जाती है।

## 3.4 तत्व, यौगिक तथा मिश्रण

हम जानते हैं कि कोई पदार्थ चाहे वह ठोस, द्रव अथवा गैस किसी भी अवस्था में हो, कणों से बना होता है। यह कण परमाणु अथवा अणु हो सकते हैं। पदार्थ का वर्गीकरण तत्व, यौगिक अथवा मिश्रण के रूप में भी हो सकता है।

### तत्व

कुछ पदार्थों में केवल एक ही प्रकार के अणु अथवा परमाणु होते हैं। ऐसे पदार्थों को तत्व कहते हैं। प्रत्येक तत्व के परमाणु का एक निश्चित द्रव्यमान होता है जिसे परमाणु द्रव्यमान कहते हैं। अभी तक 114 से अधिक भिन्न-भिन्न तत्व ज्ञात हो चुके हैं। इनमें से 92 तत्व प्रकृति में पाए जाते हैं जबकि शेष वैज्ञानिकों द्वारा प्रयोगशाला में संश्लेषित किए गए हैं। इस प्रकार 114 से अधिक प्रकार के परमाणु हैं जो रासायनिक दृष्टि से एक-दूसरे से भिन्न हैं। इनमें से कुछ, जैसे सोना तथा तांबा, प्रकृति में शुद्ध रूप में पाए जाते हैं। ये तत्व हमारे पूर्वजों को भी ज्ञात थे। लोहा, चाँदी, सोना तथा सल्फर जैसे तत्व प्रकृति में ठोस रूप में पाए जाते हैं। इसके विपरीत, पारा एवम् ब्रोमीन जैसे तत्व प्रकृति में द्रव रूप में पाए जाते हैं। हाइड्रोजन, नाइट्रोजन, हीलियम और क्लोरीन गैसीय तत्वों के कुछ उदाहरण हैं।

### यौगिक

कुछ पदार्थ दो या दो से अधिक तत्वों से मिलकर बने होते हैं। इन पदार्थों को **यौगिक** कहते हैं, जैसे जल तथा सोडियम क्लोराइड (साधारण नमक)। किसी यौगिक के सबसे छोटे कण को **अणु** कहते हैं। किसी यौगिक के अणु को उन तत्वों में तोड़ा जा सकता है जिनसे मिलकर वह बना है। जल एक यौगिक है जिसका प्रत्येक अणु हाइड्रोजन के 2 परमाणु एवम् ऑक्सीजन के एक परमाणु से मिलकर बना है। जल में विद्युत् प्रवाहित करने पर उसके अणु में उपस्थित तत्वों, हाइड्रोजन एवम् ऑक्सीजन, को पृथक किया जा सकता है। इस प्रक्रम को **विद्युत् अपघटन** कहते हैं। यह पाया गया है कि शुद्ध जल के किसी भी नमूने में आयतन के अनुसार दो भाग हाइड्रोजन तथा एक भाग ऑक्सीजन उपस्थित रहते हैं।

अत: कोई अणु किसी तत्व अथवा यौगिक का वह छोटे से छोटा कण है जो सामान्य परिस्थितियों में स्वतंत्र रह सकता है, तथा उस पदार्थ (तत्व अथवा यौगिक) के सभी गुण प्रदर्शित करता है।

इसी प्रकार, शर्करा एक यौगिक है। इसका प्रत्येक अणु कार्बन के 12 परमाणु, हाइड्रोजन के 22 परमाणु तथा ऑक्सीजन के 11 परमाणु से मिलकर बना होता है। अत: चाहे कहीं भी या किसी भी विधि से शर्करा प्राप्त की जाए, उसके रासायनिक गुण भी सर्वदा समान रहते हैं।

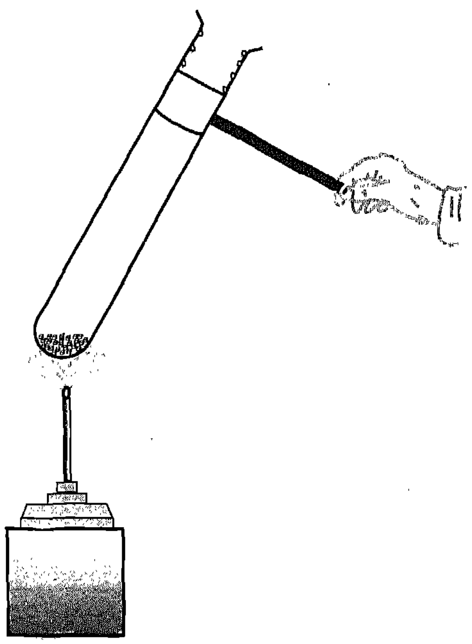
मैग्नीशियम एवम् कार्बन का वायु (ऑक्सीजन) में दहन करने पर क्रमश: मैग्नीशियम ऑक्साइड एवम् कार्बन डाइऑक्साइड बनते हैं। इसे निम्नानुसार व्यक्त किया जा सकता है :

मैग्नीशियम + ऑक्सीजन $\rightarrow$ मैग्नीशियम ऑक्साइड
1 परमाणु     1 परमाणु     1 अणु
(मैग्नीशियम तथा ऑक्सीजन का अनुपात 1:1 है)

कार्बन + ऑक्सीजन → कार्बन डाइऑक्साइड
1 परमाणु 2 परमाणु 1 अणु
(कार्बन तथा ऑक्सीजन का अनुपात 1 : 2 है)

इस प्रकार, दो या दो से अधिक तत्व किसी **निश्चित अनुपात** में रासायनिक संयोग करके किसी यौगिक का विरचन करते हैं।

हम एक सरल क्रियाकलाप द्वारा इस बात की जाँच कर सकते हैं कि शर्करा या शक्कर एक यौगिक है। किसी क्वथन नली में एक चम्मच शक्कर लेकर उसे धीमे-धीमे गर्म कीजिए (चित्र 3.6)।



*चित्र 3.6 गर्म करने पर शक्कर का वियोजन*

गर्म करने पर शक्कर पहले भूरे रंग की हो जाती है तथा फिर झुलसने लगती है (काली दिखाई देने लगती है)। यदि हम क्वथन नली के ऊपरी सिरे को देखें तो हमें उसकी भीतरी सतह पर जल की बूँदें दिखाई देंगी। यह जल कहाँ से आया? शक्कर को झुलसाने पर उससे जल प्राप्त होता है। क्वथन नली में कार्बन अथवा चारकोल शेष रह जाता है।

इस क्रियाकलाप से हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि शक्कर को गर्म करने पर वह वियोजित होकर कार्बन एवम् जल देती है। जल स्वयं हाइड्रोजन एवम् ऑक्सीजन का यौगिक है। अत:, शक्कर तत्व नहीं हो सकती। यह कार्बन, हाइड्रोजन एवम् ऑक्सीजन से मिलकर बना एक यौगिक है।

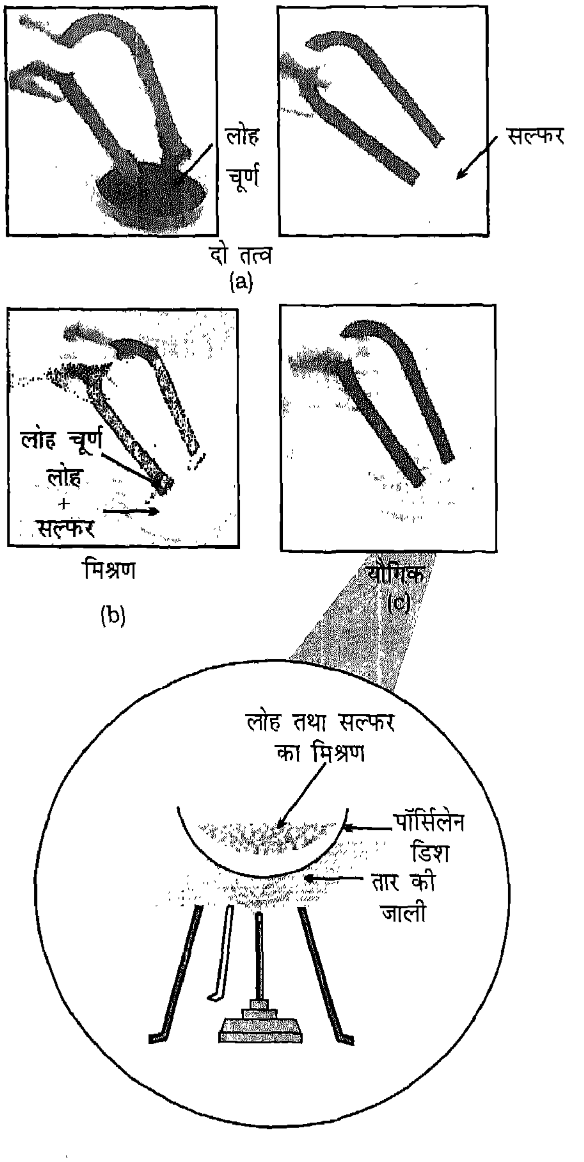
हमें ज्ञात यौगिकों की संख्या बहुत अधिक है। कार्बन डाइऑक्साइड ($CO_2$), नमक (सोडियम क्लोराइड), चूना (कैल्सियम कार्बोनेट), धावन सोडा (सोडियम कार्बोनेट), सिरका (ऐसीटिक अम्ल) तथा ऐल्कोहॉल तथा अन्य अनेक पदार्थ यौगिकों के उदाहरण हैं। हमें अब तक लगभग 50 लाख यौगिक ज्ञात हैं।

## मिश्रण

हम पढ़ चुके हैं कि दैनिक जीवन में उपयोग में आने वाले अधिकांश पदार्थ शुद्ध तत्व अथवा यौगिक नहीं होते। ऐसे पदार्थ मिश्रण कहलाते हैं। किसी मिश्रण में अनेक तत्व अथवा यौगिक अथवा दोनों ही हो सकते हैं। उदाहरणार्थ, हमारे आसपास सदैव उपलब्ध वायु ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, कार्बन डाइऑक्साइड एवम् जल-वाष्प जैसी गैसों का मिश्रण है। इसमें कुछ धूल एवम् धुएँ के कण भी उपस्थित रहते हैं। पौधों एवम् प्राणियों से प्राप्त होने वाले अधिकांश उत्पाद मिश्रण हैं। हम जानते हैं कि दूध एक मिश्रण है। यदि हम दूध को उबालकर ठंडा करें तो हमें दूध की सतह पर क्रीम तैरती दिखाई देती है। इसी प्रकार, लकड़ी भी एक मिश्रण है तथा यह बहुत से सेलुलोस पदार्थों एवम् जल के मिश्रण से बनी होती है।

हम जानते हैं कि आयरन एवम् सल्फर (गंधक) तत्व हैं। थोड़ा सा लोह एवम् सल्फर चूर्ण किसी भी

अनुपात में मिलाइए [चित्र 3.7(a)]। अब इस मिश्रण को किसी पेट्री डिश में लीजिए।

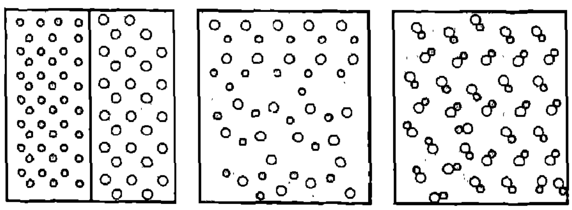



*चित्र 3.7 लोह एवम् सल्फर चूर्ण का मिश्रण*
*(a) लोह एवम् सल्फर चूर्ण*
*(b) लोह चूर्ण चुंबक की ओर आकर्षित हो जाता है*
*(c) लोह एवम् सल्फर चूर्ण को गर्म करने के बाद*

अब एक छड़ चुंबक को इस मिश्रण के निकट लाइए। चूंकि चुंबक लोहे को आकर्षित करता है, अत: इसके द्वारा इस मिश्रण से लोह चूर्ण को सल्फर से अलग किया जा सकता है [चित्र 3.7(b)]। अब लोह एवम् सल्फर चूर्ण के मिश्रण को एक पॉर्सिलेन डिश में लेकर तब तक गर्म कीजिए जब तक कि वह दीप्त न होने लगे। आप देखेंगे कि मिश्रण का रंग बदल गया है जो सल्फर एवम् लोह के रंगों से भिन्न है। वास्तव में गर्म करने के फलस्वरूप एक नया पदार्थ, आयरन सल्फाइड, बन जाता है। आयरन सल्फाइड के गुण लोह एवम् सल्फर के गुणों से पूर्णत: भिन्न होते हैं [चित्र 3.7(c)]। इस अभिक्रिया को निम्नानुसार दर्शाया जा सकता है :

आयरन + सल्फर → आयरन सल्फाइड
(गाढ़ा भूरा) (पीला) (काला)

इसके विपरीत, लोह एवम् सल्फर के मिश्रण [चित्र 3.7(a)] में उसके दोनों घटकों के सभी गुण पाए जाते हैं। इन घटकों को उनके गुणों पर आधारित समुचित विधियों द्वारा एक-दूसरे से अलग किया जा सकता है। तत्व, यौगिक एवम् मिश्रण में अंतर को चित्रात्मक रूप में चित्र 3.8 में निरूपित



*दो तत्व (a)* *मिश्रण (b)* *यौगिक (c)*

*चित्र 3.8 (a) भूरे तथा पीले गोले अलग-अलग तत्व दर्शाते हैं*
*(b) मिश्रण, जिसमें दोनों तत्वों को आपस में मिलाया गया है तथा*
*(c) दोनों तत्वों से मिलकर एक नया यौगिक बनता है*

**सारणी 3.1**

**यौगिक एवम् मिश्रण में अंतर**

| *मिश्रण* | *यौगिक* |
|---|---|
| 1. घटक किसी भी अनुपात में उपस्थित हो सकते हैं। | 1. घटक निश्चित अनुपात में उपस्थित होते हैं। |
| 2. मिश्रण के बनने में भौतिक परिवर्तन होता है। | 2. यौगिक के बनने में रासायनिक परिवर्तन होता है। |
| 3. मिश्रण के बनने में सामान्यतः ऊष्मा अवशोषित अथवा उत्सर्जित नहीं होती है। | 3. यौगिक के बनने में ऊष्मा अवशोषित अथवा उत्सर्जित होती है। |
| 4. इनमें उसके घटकों के गुण पाए जाते हैं। | 4. इनमें उनके घटकों के गुण नहीं पाए जाते। (यौगिक के गुण उसके घटकों के गुणों से पूर्णतः भिन्न होते हैं।) |
| 5. मिश्रण के घटकों को भौतिक विधियों द्वारा आसानी से अलग किया जा सकता है। | 5. यौगिक के घटकों को केवल रासायनिक विधियों द्वारा ही अलग किया जा सकता है। |

किया गया है। यौगिकों तथा मिश्रणों में कुछ सामान्य अंतर सारणी 3.1 में दिए गए हैं।

भौतिक अवस्थाओं के आधार पर मिश्रण कई प्रकार के होते हैं। इनमें से कुछ सारणी 3.2 में दिए गए हैं।

**सारणी 3.2**

**विभिन्न प्रकार के मिश्रण**

| *क्रमांक* | *मिश्रण के प्रकार* | *उदाहरण* |
|---|---|---|
| 1. | गैस-गैस मिश्रण | वायु |
| 2. | द्रव में गैस | सोडा वाटर या मृदु पेय (कार्बन डाइऑक्साइड का जल में विलयन; जल में घुली ऑक्सीजन) |
| 3. | द्रव में द्रव | नींबू का रस एवम् जल; जल तथा सिरका |
| 4. | द्रव में ठोस | शक्कर का विलयन; नमक का विलयन तथा समुद्री जल |
| 5. | ठोस में ठोस | मृदा, मिश्र धातुएँ (पीतल, काँसा) |
| 6. | गैस में ठोस | धुआँ |

**इन्हें उत्तर दीजिए**

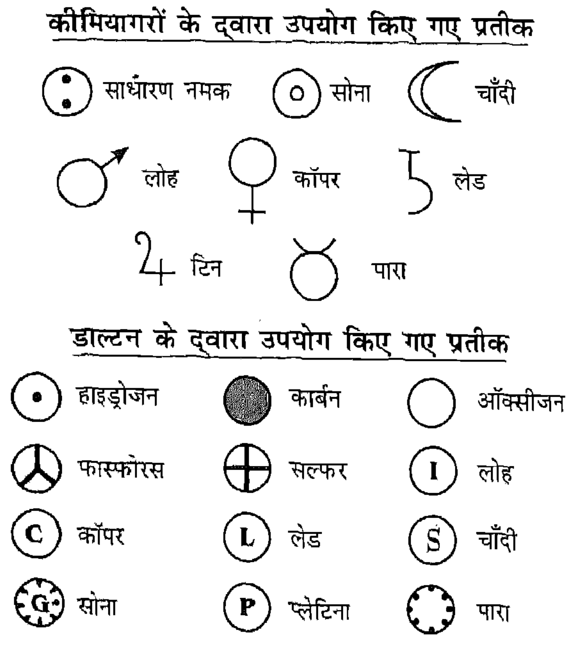
1. रिक्त स्थान भरिए :
   (i) तत्व केवल एक ही प्रकार के ——— से मिलकर बना होता है।
   (ii) हाइड्रोजन के अणु में हाइड्रोजन के ——— परमाणु होते हैं।
   (iii) यौगिक कम से कम ——— तत्वों के संयोग से बनता है।
2. निम्नलिखित में से किनमें केवल एक प्रकार के परमाणु उपस्थित होते हैं?
   कॉपर, आयरन, आयरन सल्फाइड, सल्फर, ऑक्सीजन गैस, जल, वायु तथा हाइड्रोजन गैस
3. निम्नलिखित में से कौन-से पदार्थ तत्व हैं और कौन से यौगिक?
   मैग्नीशियम ऑक्साइड, मरक्यूरिक ऑक्साइड, कार्बन, नाइट्रोजन, पोटैशियम परमेंगनेट, सोडियम कार्बोनेट
4. यौगिक एवम् मिश्रण में क्या अंतर हैं?
5. निम्नलिखित में से मिश्रण एवम् यौगिकों को छांटिए :
   जल, वायु, आइसक्रीम, आयरन सल्फाइड, नमक का विलयन, पीतल, दूध तथा रक्त।
6. निम्नलिखित प्रकार के प्रत्येक मिश्रण के दो उदाहरण दीजिए :
   (i) द्रव में गैस (ii) द्रव में द्रव (iii) द्रव में ठोस

## 3.5 प्रतीक एवम् सूत्र

दैनिक जीवन में अनेक ऐसे उदाहरण हैं जहाँ हम **संक्षिप्त नामों** का उपयोग करते हैं। हम जानते हैं कि स्टेनोग्राफर शब्दों अथवा उनकी ध्वनि के लिए प्रतीकों का उपयोग करके एक छोटी सी पुस्तिका में बहुत तेजी से लिख लेते हैं जिसे शीघ्रलेखन कहते हैं। इसी प्रकार संस्थाओं तथा प्रदेशों के संक्षिप्त नाम भी उपयोग में लाए जाते हैं, उदाहरणार्थ, एन सी ई आर टी, एन सी सी तथा सी बी एस ई। इसी प्रकार वैज्ञानिक, प्रतीकों तथा प्रतीकों के समूह द्वारा तत्व एवम् यौगिकों को व्यक्त करते हैं। प्राचीन काल में भी **कीमियागर** (अलकेमिस्ट) उस समय ज्ञात तत्वों एवम् यौगिकों को प्रतीकों द्वारा व्यक्त करते थे। डाल्टन ने इन प्रतीकों में कुछ सुधार किया। कीमियागरों एवम् डाल्टन द्वारा प्रयुक्त कुछ प्रतीक चित्र 3.9 में दिए गए हैं।



*एक कार्यरत कीमियागर*




***चित्र 3.9** कीमियागरों एवम् डाल्टन द्वारा तत्वों को दर्शाने के लिए प्रयुक्त कुछ प्रतीक*

आजकल किसी तत्व के नाम (सामान्यत: अंग्रेजी) का पहला अक्षर उसके प्रतीक के रूप में प्रयुक्त किया जाता है। उदाहरणार्थ, हाइड्रोजन के लिए H, कार्बन के लिए C, नाइट्रोजन के लिए N, ऑक्सीजन के लिए O, सल्फर के लिए S एवम् फास्फोरस के लिए P का उपयोग किया जाता है। कभी-कभी दो या अधिक तत्वों का नाम एक ही अक्षर से प्रारंभ होता है। ऐसे तत्वों के प्रतीकों में एक और अक्षर प्रयुक्त किया जाता है जो उस तत्व के नाम के उच्चारण पर निर्भर करता है। उदाहरणार्थ, हीलियम के लिए He, क्लोरीन के लिए Cl, कैल्सियम के लिए Ca, कोबाल्ट के लिए Co, क्रोमियम के लिए Cr, ऐलुमिनियम के लिए Al, ब्रोमीन के लिए Br, इत्यादि। ऐसे प्रकरणों में केवल पहला अक्षर दीर्घ रूप में लिखा जाता है। प्रत्येक प्रतीक संबंधित तत्व का एक परमाणु दर्शाता है।

कुछ तत्वों के प्रतीक उनके लैटिन नामों पर भी आधारित हैं। ऐसे कुछ तत्वों के उदाहरण सारणी 3.3 में दिए गए हैं।

**सारणी 3.3**

**लैटिन नामों पर आधारित कुछ प्रतीक**

| *तत्व* | *लैटिन नाम* | *प्रतीक* |
|---|---|---|
| सोडियम | नेट्रियम | Na |
| कॉपर | क्यूप्रम | Cu |
| आयरन | फेरम | Fe |
| पोटैशियम | केलियम | K |
| सिल्वर | अर्जेंटम | Ag |
| टिन | स्टेनम | Sn |
| गोल्ड | ऑरम | Au |
| मर्करी | हाइड्रेरजिरम | Hg |
| लेड | प्लॅम्बॅम | Pb |

सारणी 3.4
कुछ सामान्य तत्वों के प्रतीक

| *तत्व* | *प्रतीक* |
| --- | --- |
| ऐलुमिनियम | Al |
| ऑर्गन | Ar |
| बोरॉन | B |
| ब्रोमीन | Br |
| कैल्सियम | Ca |
| कार्बन | C |
| क्लोरीन | Cl |
| कोबाल्ट | Co |
| कॉपर | Cu |
| फ्लुओरीन | F |
| गोल्ड | Au |
| हीलियम | He |
| हाइड्रोजन | H |
| आयोडीन | I |
| आयरन (लोह) | Fe |
| लेड | Pb |
| मैग्नीशियम | Mg |
| मैंगनीज़ | Mn |
| मर्करी (पारा) | Hg |
| निऑन | Ne |
| नाइट्रोजन | N |
| ऑक्सीजन | O |
| फास्फोरस | P |
| पोटैशियम | K |
| सिलिकॉन | Si |
| सिल्वर | Ag |
| सोडियम | Na |
| सल्फर | S |
| टिन | Sn |
| यूरेनियम | U |
| ज़िंक | Zn |

कुछ सामान्य तत्वों के प्रतीक सारणी 3.4 में दिए गए हैं। इस सारणी में तत्वों को अंग्रेजी के वर्ण क्रमानुसार लिखा गया है।

**किसी रासायनिक तत्व का प्रतीक केवल उसकी पहचान मात्र के लिए ही प्रयुक्त नहीं होता है, वह उस तत्व के एक परमाणु को भी निरूपित करता है।**

अतः, संकेत 'Cu' (i) रासायनिक तत्व 'कॉपर' तथा (ii) कॉपर के एक परमाणु को निरूपित करता है।

## रासायनिक सूत्र

किसी तत्व के एक अणु को उसका प्रतीक लिखकर एवम् उसके अणु में उपस्थित परमाणुओं की संख्या प्रतीक के साथ पादांक के रूप में लिखकर दर्शाया जाता है। उदाहरणार्थ, ऑक्सीजन के अणु को $O_2$ द्वारा दर्शाया जाता है। ध्यान दीजिए कि $O_2$ में 2, पादांक है। किसी यौगिक के अणु को उसमें उपस्थित सभी तत्वों के प्रतीक के साथ ही प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की संख्या को उसके प्रतीक के पादांक के रूप में लिखकर व्यक्त किया जाता है। इस समूहीकरण को उस अणु का **रासायनिक सूत्र** कहते हैं।

हम जानते हैं कि हीलियम (He) जैसे कुछ तत्व एकल परमाणु के रूप में पाए जाते हैं। अतः, इन तत्वों को 'एक परमाणुक' कहते हैं। हाइड्रोजन ($H_2$), ऑक्सीजन ($O_2$) तथा नाइट्रोजन ($N_2$) के एक अणु में दो परमाणु होते हैं। अतः वह 'द्विपरमाणुक' कहलाते हैं। यदि किसी तत्व के एक अणु में 2 से अधिक परमाणु होते हैं तो उसे 'बहुपरमाणुक' कहते हैं। **किसी तत्व के एक अणु में उपस्थित परमाणुओं की संख्या उसकी परमाणुकता कहलाती है।** कुछ तत्वों की परमाणुकता

सारणी 3.5 में दी गई है। तत्व के एक अणु में उपस्थित परमाणुओं की संख्या (परमाणुकता) उसके प्रतीक के पादांक के रूप में दर्शाई जाती है।

**सारणी 3.5**
**कुछ तत्वों की परमाणुकता एवम् अणु सूत्र**

| *तत्व* | *सूत्र* | *परमाणुकता* |
|---|---|---|
| हाइड्रोजन | $H_2$ | 2 |
| हीलियम | He | 1 |
| नाइट्रोजन | $N_2$ | 2 |
| ऑक्सीजन | $O_2$ | 2 |
| निऑन | Ne | 1 |
| फास्फोरस | $P_4$ | 4 |
| सल्फर | $S_8$ | 8 |
| क्लोरीन | $Cl_2$ | 2 |
| ब्रोमीन | $Br_2$ | 2 |

उदाहरणार्थ, नाइट्रोजन के एक अणु को $N_2$ द्वारा तथा फास्फोरस के एक अणु को $P_4$ द्वारा दर्शाया जाता है। यह दर्शाता है कि नाइट्रोजन के एक अणु में उसके 2 परमाणु एवम् फास्फोरस के एक अणु में उसके 4 परमाणु होते हैं। इसी प्रकार सल्फर के एक अणु में उसके 8 परमाणु उपस्थित होते हैं। फास्फोरस तथा सल्फर जैसे तत्व उनके परमाणुओं के पुँज के रूप में पाए जाते हैं।

आप जान चुके हैं कि किसी तत्व का प्रतीक उसके एक परमाणु को निरूपित करता है। इसी प्रकार रासायनिक सूत्र किसी पदार्थ (तत्व अथवा यौगिक) का एक अणु दर्शाता है। किसी यौगिक के अणु में घटक तत्वों के परमाणुओं का अनुपात निश्चित होता है अर्थात् यौगिक का संघटन निश्चित होता है। किसी भी अणु में परमाणुओं की संख्या हमेशा पूर्णांक होती है। उदाहरणार्थ, हाइड्रोजन क्लोराइड (हाइड्रोक्लोरिक अम्ल) के सूत्र को $H_1Cl_1$ अर्थात् HCl द्वारा दर्शाया जाता है। इस अणु में हाइड्रोजन का एक परमाणु एवम् क्लोरीन का एक परमाणु उपस्थित है। इसी प्रकार, $H_2O_1$ या $H_2O$ जल के एक अणु का सूत्र है। जल के एक अणु में हाइड्रोजन के 2 एवम् ऑक्सीजन का एक परमाणु होता है। यौगिक ऐलुमिनियम ऑक्साइड में ऐलुमिनियम के 2 परमाणु एवम् ऑक्सीजन के 3 परमाणु होते हैं। अतः इसका सूत्र, $Al_2O_3$ है। यदि हमें किसी यौगिक में उपस्थित तत्व तथा उसके एक अणु में उपस्थित उनके परमाणुओं की संख्या ज्ञात हो तो हम उसका अणु सूत्र आसानी से लिख सकते हैं। सारणी 3.6 में कुछ उदाहरण दिए गए हैं।

किसी यौगिक का रासायनिक सूत्र लिखते समय हमें निम्नलिखित चरण अवश्य स्मरण रखने चाहिए:

(i) सबसे पहले पदार्थ में उपस्थित विभिन्न तत्वों के प्रतीकों को किसी क्रम में लिखें।

(ii) अणु में उपस्थित प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की संख्या को तत्व के प्रतीक के पादांक के रूप में लिखें।

यदि किसी यौगिक के एक अणु में प्रत्येक तत्व का केवल एक परमाणु उपस्थित हो तो पादांक में कुछ भी लिखने की आवश्यकता नहीं है क्योंकि प्रतीक स्वयं तत्व का एक परमाणु दर्शाता है।

किसी यौगिक के एक से अधिक अणुओं अथवा किसी तत्व के एक से अधिक परमाणुओं को व्यक्त करने के लिए अणु के सूत्र अथवा परमाणु के प्रतीक के पहले वह संख्या लिखी जाती है जितने अणु या परमाणु दर्शाने हों। **यदि हम $2NH_4Cl$ लिखते हैं तो इसका अर्थ अमोनियम क्लोराइड के 2 अणुओं से है।** इसी प्रकार, $2O_2$ का अर्थ है ऑक्सीजन के 2 अणु तथा 2Ca का अर्थ है कैल्सियम के 2 परमाणु। इसी प्रकार, $4C_{12}H_{22}O_{11}$ का अर्थ शक्कर के 4 अणु है।

**सारणी 3.6**

**कुछ सामान्य यौगिकों के सूत्र**

| क्रमांक | यौगिक | सूत्र | घटक तत्व | यौगिक के एक अणु में उपस्थित तत्वों के परमाणुओं की संख्या |
|---|---|---|---|---|
| 1. | आयरन सल्फाइड | FeS | आयरन (Fe)<br>सल्फर (S) | 1<br>1 |
| 2. | कॉपर ऑक्साइड | CuO | कॉपर (Cu)<br>ऑक्सीजन (O) | 1<br>1 |
| 3. | मैग्नीशियम ऑक्साइड | MgO | मैग्नीशियम (Mg)<br>ऑक्सीजन (O) | 1<br>1 |
| 4. | कैल्सियम ऑक्साइड | CaO | कैल्सियम (Ca)<br>ऑक्सीजन (O) | 1<br>1 |
| 5. | अमोनिया | $NH_3$ | नाइट्रोजन (N)<br>हाइड्रोजन (H) | 1<br>3 |
| 6. | अमोनियम क्लोराइड | $NH_4Cl$ | नाइट्रोजन (N)<br>हाइड्रोजन (H)<br>क्लोरीन (Cl) | 1<br>4<br>1 |
| 7. | सोडियम क्लोराइड | NaCl | सोडियम (Na)<br>क्लोरीन (Cl) | 1<br>1 |
| 8. | कार्बन डाइऑक्साइड | $CO_2$ | कार्बन (C)<br>ऑक्सीजन (O) | 1<br>2 |
| 9. | नाइट्रिक अम्ल | $HNO_3$ | हाइड्रोजन (H)<br>नाइट्रोजन (N)<br>ऑक्सीजन (O) | 1<br>1<br>3 |
| 10. | सल्फ्यूरिक अम्ल | $H_2SO_4$ | हाइड्रोजन (H)<br>सल्फर (S)<br>ऑक्सीजन (O) | 2<br>1<br>4 |
| 11. | सोडियम हाइड्रॉक्साइड | NaOH | सोडियम (Na)<br>ऑक्सीजन (O)<br>हाइड्रोजन (H) | 1<br>1<br>1 |
| 12. | एसीटिक अम्ल | $CH_3COOH$ | कार्बन (C)<br>हाइड्रोजन (H)<br>ऑक्सीजन (O) | 2<br>4<br>2 |
| 13. | कॉपर सल्फेट | $CuSO_4$ | कॉपर (Cu)<br>सल्फर (S)<br>ऑक्सीजन (O) | 1<br>1<br>4 |
| 14. | पोटैशियम परमेंगनेट | $KMnO_4$ | पोटैशियम (K)<br>मैंगनीज (Mn)<br>ऑक्सीजन (O) | 1<br>1<br>4 |
| 15. | शक्कर | $C_{12}H_{22}O_{11}$ | कार्बन (C)<br>हाइड्रोजन (H)<br>ऑक्सीजन (O) | 12<br>22<br>11 |

1. निम्नलिखित तत्वों के प्रतीक लिखिए :
   ऐलुमिनियम, कैल्सियम, कोबाल्ट, आयोडीन एवम् मर्करी।
2. 'Ne' निऑन का प्रतीक है। यह प्रतीक और क्या व्यक्त करता है?
3. निम्नलिखित प्रतीक किन तत्वों के हैं?
   Na, K, P, Pb, Ca, Zn, Br और Sn
4. निम्नलिखित यौगिकों में उपस्थित तत्वों के नाम लिखिए :
   बिना बुझा हुआ चूना (CaO), सल्फर डाइऑक्साइड ($SO_2$), पोटैशियम नाइट्रेट ($KNO_3$), मरक्यूरिक ऑक्साइड (HgO) तथा बोरेक्स ($Na_2B_4O_7$)।
5. निम्नलिखित प्रकरणों में यौगिकों के सूत्र लिखिए:
   (i) कैल्सियम कार्बोनेट के एक अणु में कैल्सियम का एक परमाणु, कार्बन का एक परमाणु तथा ऑक्सीजन के तीन परमाणु होते हैं।
   (ii) कॉपर सल्फेट के एक अणु में कॉपर का एक परमाणु, सल्फर का एक परमाणु एवम् ऑक्सीजन के चार परमाणु होते हैं।
   (iii) हाइड्रोजन परॉक्साइड के एक अणु में हाइड्रोजन के 2 एवम् ऑक्सीजन के 2 परमाणु होते हैं।
6. 2 $AlBr_3$ क्या दर्शाता है?
7. किसी पदार्थ (तत्व अथवा यौगिक) का सूत्र क्या दर्शाता है?

## 3.6 रासायनिक समीकरण

हम जानते हैं कि तत्वों एवम् यौगिकों को क्रमश: उनके प्रतीकों एवम् सूत्रों द्वारा सुविधापूर्वक दर्शाया जा सकता है। आइए, देखें कि किसी रासायनिक अभिक्रिया को सरल रूप में किस प्रकार दर्शाया जाता है?

हम जानते हैं कि मैग्नीशियम का ऑक्सीजन में दहन करने पर मैग्नीशियम ऑक्साइड बनता है। शब्दों में इस अभिक्रिया को इस प्रकार लिखा जा सकता है:

मैग्नीशियम + ऑक्सीजन ⟶ मैग्नीशियम ऑक्साइड

मैग्नीशियम तथा ऑक्सीजन, जो रासायनिक अभिक्रिया में भाग लेते हैं, **अभिकारक** कहलाते हैं और अभिक्रिया के फलस्वरूप बनने वाला मैग्नीशियम ऑक्साइड **उत्पाद** कहलाता है। प्रतीकों द्वारा इस रासायनिक अभिक्रिया को निम्नानुसार दर्शाया जा सकता है :

$$Mg + O_2 \rightarrow MgO \qquad ...(1)$$

किसी रासायनिक अभिक्रिया का यह प्रतीकात्मक निरूपण **रासायनिक समीकरण** कहलाता है।

रासायनिक समीकरण लिखते समय अभिकारकों को बाईं ओर एवम् उत्पादों को दाईं ओर लिखकर उनके बीच एक तीर का चिह्न (→) लगाया जाता है, जैसा समीकरण (1) में दिखाया गया है।

समीकरण (1) संतुलित समीकरण नहीं है। यह परमाणुओं की संख्या की दृष्टि से असंतुलित है। इस रासायनिक अभिक्रिया के समीकरण (1) को संतुलित रूप में निम्नानुसार दर्शाया जा सकता है:

$$2\,Mg + O_2 \rightarrow 2MgO \qquad ...(2)$$

किसी रासायनिक अभिक्रिया के समीकरण का संतुलन यह दर्शाता है कि रासायनिक अभिक्रिया में परमाणु न तो नष्ट होते हैं और न ही उत्पन्न होते हैं। उनका केवल पुन:व्यवस्थापन होता है।

यहाँ कुछ रासायनिक अभिक्रियाओं तथा उनके रासायनिक समीकरणों को दर्शाया गया है:

(i) जल के अपघटन से संबद्ध अभिक्रिया को निम्नानुसार लिखा जा सकता है :

जल → हाइड्रोजन + ऑक्सीजन

इसे रासायनिक समीकरण द्वारा इस प्रकार दर्शाया जाता है :

$$H_2O \rightarrow H_2 + O_2 \qquad ...(3)$$

ध्यान दीजिए कि समीकरण (3) में अभिकारकों एवम् उत्पादों में परमाणुओं की संख्या समान नहीं है।

अतः, हमें उचित गुणकों का चयन करना होगा। ऑक्सीजन के एक अणु को प्राप्त करने के लिए जल के 2 अणुओं का अपघटन आवश्यक है। इससे हाइड्रोजन के भी 2 अणु प्राप्त होंगे। अतः समीकरण (3) को संतुलित रूप में निम्नानुसार व्यक्त किया जा सकता है :

$$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2 \qquad ...(4)$$

(ii) जब आयरन (Fe) एवम् सल्फर (S) को गर्म किया जाता है तो वे आपस में संयोग करके एक नया यौगिक आयरन सल्फाइड (FeS) बनाते हैं। इस रासायनिक अभिक्रिया को निम्नानुसार व्यक्त किया जाता है :

आयरन + सल्फर → आयरन सल्फाइड

इसे समीकरण द्वारा निम्नानुसार दर्शाया जाता है :

$$Fe + S \rightarrow FeS \qquad ...(5)$$

यह समीकरण दर्शाता है कि आयरन का एक परमाणु सल्फर के एक परमाणु से मिलकर आयरन सल्फाइड का एक अणु बनाता है।

किसी रासायनिक अभिक्रिया की संतुलित समीकरण को लिखने के लिए अभिकारकों एवम् उत्पादों के प्रतीक एवम् सूत्र जानना एवम् उनके लिए उचित गुणकों का चयन करना आवश्यक है।

इस प्रकार रासायनिक समीकरण किसी अभिक्रिया से संबंधित बहुत सी जानकारियाँ प्रदान करते हैं जैसे :

(i) रासायनिक अभिक्रिया में भाग लेने वाले अभिकारकों एवम् उससे उत्पन्न उत्पादों की जानकारी।

(ii) अभिक्रिया में भाग लेने वाले अभिकारकों एवम् उत्पादों के परमाणुओं या अणुओं की संख्या की जानकारी।

इसके अतिरिक्त रासायनिक समीकरण से अन्य अनेक जानकारियाँ प्राप्त की जा सकती हैं जिनके बारे में आप अगली कक्षाओं में पढ़ेंगे।

1. निम्नलिखित रासायनिक समीकरणों को संतुलित कीजिए :
   - (i) $H_2 + Cl_2 \rightarrow HCl$
   - (ii) $Na + Cl_2 \rightarrow NaCl$
   - (iii) $N_2 + H_2 \rightarrow NH_3$
   - (iv) $Hg + O_2 \rightarrow HgO$
2. निम्नलिखित अभिक्रियाओं के लिए रासायनिक समीकरण लिखिए :
   - (i) मैग्नीशियम के 2 परमाणु, ऑक्सीजन के 1 अणु से संयोग करके मैग्नीशियम ऑक्साइड के 2 अणु बनाते हैं।
   - (ii) कार्बन का एक परमाणु, ऑक्सीजन के एक अणु से संयोग करके कार्बन डाइऑक्साइड का एक अणु बनाता है।
3. निम्नलिखित अभिक्रियाओं को रासायनिक समीकरणों के रूप में लिखिए :
   - (i) सल्फर का एक परमाणु + ऑक्सीजन का एक अणु → सल्फर डाइऑक्साइड का एक अणु
   - (ii) जिंक का एक परमाणु + हाइड्रोक्लोरिक अम्ल → जिंक क्लोराइड का एक अणु + हाइड्रोजन का एक अणु

परमाणुकता, ब्राउनी-गति, संतुलित समीकरण, संपीड़ित, संघटन, टक्कर, रासायनिक सूत्र, रासायनिक अभिक्रिया, अनियमित गति, मध्यवर्ती स्थान, एकपरमाणुक, बहुपरमाणुक, प्रतीक, असंतुलित समीकरण, द्विपरमाणुक।

## सारांश

- पदार्थ तीन अवस्थाओं में पाया जाता है – ठोस, द्रव एवम् गैस।
- प्रत्येक द्रव्य छोटे–छोटे कणों से मिलकर बना है। इन कणों को परमाणु अथवा अणु कहा जाता है।
- ठोस अवस्था में परमाणुओं अथवा अणुओं की स्थिति निश्चित होती है।
- द्रव अवस्था दृढ़ नहीं होती है क्योंकि इसमें परमाणु अथवा अणु गति कर सकते हैं।
- गैसीय अवस्था में परमाणुओं अथवा अणुओं की गति स्वतंत्र एवम् अनियमित होती है।
- ठोस पदार्थ दृढ़ (कठोर) होते हैं क्योंकि इनमें परमाणु एवम् अणु परस्पर प्रबल आकर्षण बलों द्वारा एक–दूसरे से जुड़े रहते हैं। यही कारण है कि ठोसों की आकृति एवम् आयतन निश्चित होता है।
- द्रव उस पात्र की आकृति ग्रहण कर लेते हैं जिसमें वे रखे जाते हैं तथा इन्हें कुछ सीमा तक संपीड़ित किया जा सकता है क्योंकि इनमें अणु एक–दूसरे से अपेक्षाकृत कम प्रबल बल से जुड़े रहते हैं।
- ठोसों अथवा द्रवों की तुलना में, गैसों के अणुओं में परस्पर आकर्षण बल नगण्य होता है। अत: वे धारक पात्र की आकृति एवम् आयतन ग्रहण कर लेते हैं तथा इन्हें आसानी से संपीड़ित किया जा सकता है।
- ठोस के कणों की वायु में यादृच्छिक (अनियमित) गति ब्राउनी–गति कहलाती है।
- गैस एवम् ठोस के अणुओं का क्रमशः वायु एवम् द्रव में संचलन 'विसरण' कहलाता है।
- पदार्थ, जिसमें एक ही प्रकार के परमाणु होते हैं, तत्त्व कहलाते हैं।
- दो या अधिक तत्वों के निश्चित अनुपात में संयोग से बने पदार्थ को यौगिक कहते हैं।
- किसी मिश्रण में अनेक तत्व अथवा यौगिक अथवा दोनों ही उपस्थित हो सकते हैं।
- किसी मिश्रण के घटकों को भौतिक विधियों का उपयोग करके आसानी से अलग किया जा सकता है।
- वैज्ञानिक, तत्वों एवम् यौगिकों को दर्शाने के लिए प्रतीकों एवम् प्रतीकों के समूहों का उपयोग करते हैं।
- किसी रासायनिक तत्व का प्रतीक केवल उनकी पहचान का साधन मात्र ही नहीं है किंतु वह उस तत्व का एक परमाणु भी व्यक्त करता है।
- ऐसे तत्व जिनके एक अणु में केवल एक परमाणु होता है, एकपरमाणुक कहलाते हैं।
- किसी द्विपरमाणुक तत्व के अणु में दो परमाणु होते हैं।
- वह तत्व, जिसके एक अणु में दो से अधिक परमाणु होते हैं, बहुपरमाणुक कहलाता है।
- किसी पदार्थ (तत्व अथवा यौगिक) का आण्विक सूत्र उसका एक अणु व्यक्त करता है।

किसी यौगिक के अणु में पूर्ण संख्या में परमाणु उपस्थित रहते हैं।

किसी यौगिक का रासायनिक सूत्र लिखने के लिए

(i) उसमें उपस्थित सभी तत्वों के परमाणुओं के प्रतीक लिखे जाते हैं।

(ii) उपस्थित तत्वों के परमाणुओं की संख्या तत्व के प्रतीक के बाद पादांक के रूप में लिखी जाती है। यदि किसी तत्व का एक ही परमाणु उपस्थित हो तो पादांक नहीं लिखा जाता।

रासायनिक समीकरण लिखते समय अभिकारकों को बाईं ओर तथा उत्पादों को दाईं ओर लिखकर उनके बीच में तीर का चिह्न ($\rightarrow$) लगाया जाता है।

किसी रासायनिक समीकरण का संतुलन दर्शाता है कि परमाणु न तो उत्पन्न किए जा सकते हैं और न ही नष्ट किए जा सकते हैं।

रासायनिक समीकरण हमें बहुत सी जानकारी प्रदान करते हैं। जैसे :

(i) अभिकारक एवम् अभिक्रिया के फलस्वरूप बनने वाले उत्पादों की जानकारी।

(ii) विभिन्न अभिकारकों के अणुओं अथवा परमाणुओं की संख्या तथा उत्पादों के अणुओं अथवा परमाणुओं की संख्या।

## अभ्यास

1. निम्नलिखित में सही उत्तर पर (✓) का चिह्न लगाइए :

   (i) गैसीय अवस्था में कण संचलन करते हैं

   (a) एक दिशा में।

   (b) निश्चित पथ पर।

   (c) अनियमित।

   (d) ऊपर नीचे।

   (ii) जब मोम को काँच की लंबी नली लगे किसी फ्लास्क में रखकर गर्म किया जाता है, तो मोम की वाष्प

   (a) काँच की नली के ऊपरी सिरे पर एकत्रित हो जाती है।

   (b) फ्लास्क में ही पुनः एकत्रित हो जाती है।

   (c) फ्लास्क की बाहरी दीवार पर एकत्रित हो जाती है।

   (d) नहीं बनती।

(iii) क्या होगा यदि आधा मीटर लंबी काँच की किसी नली के विपरीत सिरों पर सांद्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल तथा अमोनिया में भिगोए गए रुई के दो डॉट एक साथ प्रवेश कराए जाएँ?

(a) द्रव अमोनिया से गीले किए गए डॉट के निकट एक सफेद छल्ला बन जाता है।

(b) संपूर्ण नलिका में सफेद धुआँ भर जाता है।

(c) सांद्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से गीले डॉट के पास एक सफेद छल्ला बन जाता है।

(d) न तो कोई सफेद छल्ला बनता है और न ही सफेद धुआँ नली में भरता है।

(iv) निम्नलिखित में से कौन-सा यौगिक है?

(a) शक्कर को गर्म किए जाने पर बचा हुआ काला अवशेष पदार्थ।

(b) नाइट्रोजन गैस।

(c) वायु।

(d) कार्बन डाइऑक्साइड।

2. कॉलम A में दिए गए कथनों का कॉलम B में दिए गए पदार्थों से संबंध स्थापित कीजिए :

| *कॉलम A* | *कॉलम B* |
|---|---|
| (i) कण यादृच्छिक गति करते हैं | जल |
| (ii) कण एक-दूसरे के ऊपर फिसल सकते हैं | चॉक |
| (iii) कण गति करने के लिए स्वतंत्र नहीं होते | नाइट्रोजन |

3. कॉलम A में दिए गए कथनों को कॉलम B से उचित शब्द चुनकर सही कीजिए:

| *कॉलम A* | *कॉलम B* |
|---|---|
| (i) गैसों को संपीड़ित किया जा सकता है | उसके अणुओं की बढ़ी हुई गति द्वारा |
| (ii) द्रवों को संपीड़ित किया जा सकता है | आसानी से |
| (iii) ठोसों को नहीं किया जा सकता है | नहीं रहते |
| (iv) ठोस, द्रव में बदल जाता है जब उसके कणों के बीच आकर्षण बल को अप्रभावी कर लिया जाता है | कम दृढ़ता से |
| (v) ठोसों में कण एक-दूसरे से बंधे रहते हैं | कुछ हद सीमा तक ही |
| (vi) द्रवों में कण एक-दूसरे से बंधे रहते हैं | दृढ़ता से |
| (vii) गैसों में कण एक-दूसरे से बंधे | संपीड़ित |

4. कॉलम A में दिए गए वक्तव्यों को कॉलम B में दिए गए प्रतीकों से संबंध स्थापित कीजिए :

| *कॉलम A* | *कॉलम B* |
|---|---|
| (i) नाइट्रोजन का एक अणु | Na |
| (ii) किसी यौगिक का एक अणु | N |
| (iii) किसी धातु का एक परमाणु | $N_2$ |
| (iv) नाइट्रोजन का एक परमाणु | $NH_3$ |

5. कॉलम A में दिए गए तत्वों के प्रतीक कॉलम B में दिए गए प्रतीकों से छांटिए:

| *कॉलम A* | *कॉलम B* |
|---|---|
| (i) सोडियम | S |
| (ii) पोटैशियम | P |
| (iii) कैल्सियम | Cu |
| (iv) मैग्नीशियम | Na |
| (v) ऑयरन | Ca |
| (vi) कॉपर | K |
| (vii) सल्फर | Mg |
| (viii) फॉस्फोरस | Fe |

6. निम्नलिखित कथनों में रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए :
   (i) जल के विद्युत् अपघटन के उत्पाद हैं, ———— तथा ———— ।
   (ii) जब ऑयरन एवम् सल्फर के मिश्रण को गर्म किया जाता है तो ———— प्राप्त होता है।
   (iii) जब किसी ठोस को गर्म किया जाता है तो उसके कणों के बीच का आकर्षण बल कणों की बढ़ी हुई ———— द्वारा ———— कर दिया जाता है।
   (iv) द्रवों में कण एक-दूसरे पर आसानी से ———— सकते हैं और द्रव धारक पात्र की ———— ग्रहण कर लेते हैं।
   (v) गैसों के कणों में ———— गति होती है।
   (vi) गैसों को आसानी से ———— किया जा सकता है।
   (vii) वह पदार्थ जिसके सभी परमाणु एक समान हों, ———— कहलाते हैं।
   (viii) वह पदार्थ जिसके सभी परमाणु एकसमान नहीं हैं किंतु सभी अणु एकसमान होते हैं, उन्हें ———— कहते हैं।
   (ix) कोई संतुलित रासायनिक समीकरण यह दर्शाता है कि किसी भी रासायनिक अभिक्रिया में न तो ———— उत्पन्न होते हैं और न ———— होते हैं।

7. निम्नलिखित में परस्पर अंतर बताइए :
   (i) हाइड्रोजन के परमाणु तथा उसके अणु।
   (ii) ऑक्सीजन के अणु तथा जल के अणु।

(iii) चीनी के अणु तथा जल के अणु।
(iv) कैल्सियम ऑक्साइड के अणु तथा मैग्नीशियम ऑक्साइड के अणु।

8. निम्नलिखित यौगिकों में उपस्थित तत्वों के नाम एवम् प्रत्येक तत्व के उपस्थित परमाणुओं की संख्या लिखिए :
खाने का सोडा ($NaHCO_3$), सोडियम कार्बोनेट ($Na_2CO_3$), कॉपर सल्फेट ($CuSO_4$), रेत ($SiO_2$), ऐलुमिनियम क्लोराइड ($AlCl_3$)

9. निम्नलिखित यौगिकों के सूत्र लिखिए :
   (i) हाइड्रोजन परॉक्साइड जिसमें हाइड्रोजन एवम् ऑक्सीजन दोनों के 2–2 परमाणु होते हैं।
   (ii) ऐसीटिक अम्ल जिसमें कार्बन, हाइड्रोजन एवम् ऑक्सीजन के क्रमशः 2, 4 एवम् 2 परमाणु होते हैं।
   (iii) कॉपर सल्फेट जिसमें कॉपर, सल्फर एवम् ऑक्सीजन के क्रमशः 1, 1 एवम् 4 परमाणु होते हैं।
   (iv) फेरिक क्लोराइड जिसमें ऑयरन एवम् क्लोरीन के क्रमशः 1 एवम् 3 परमाणु होते हैं।

10. निम्नलिखित समीकरणों को संतुलित कीजिए :
   (i) $Zn + O_2 \rightarrow ZnO$
   (ii) $P + O_2 \rightarrow P_2O_5$
   (iii) $Al + O_2 \rightarrow Al_2O_3$
   (iv) $KNO_3 \rightarrow KNO_2 + O_2$
   (v) $Na_2O + H_2O \rightarrow NaOH$

11. निम्नलिखित यौगिकों में उपस्थित तत्वों के नाम लिखिए:
$HCl$, $PbO$, $SO_2$, $H_2SO_4$, $CaO$, $ZnO$, $NH_4Br$

12. निम्नलिखित रासायनिक तत्वों के प्रतीक लिखिए :
मर्करी, सिल्वर, लेड, सोडियम, पोटैशियम, टिन, बोरॉन, कैल्सियम।

13. किसी भी गैस को आसानी से संपीड़ित क्यों किया जा सकता है?

14. ठोस पदार्थ कठोर (दृढ़) होते हैं तथा उन्हें संपीड़ित नहीं किया जा सकता, क्यों?

15. गर्म करने पर कोई ठोस, द्रवित क्यों हो जाता है?

16. जल के एक अणु का विघटन करने पर ऑक्सीजन के कितने परमाणु प्राप्त होते हैं?

17. $N_2$ एवम् 2N में क्या अंतर है?

18. एक परमाणु, अणु से किस प्रकार भिन्न है?

19. कॉपर कार्बोनेट ($CuCO_3$) के अणु में कितने प्रकार के परमाणु हैं?

20. एक परमाणुक अणु के 2 एवम् द्विपरमाणुक अणु के 3 उदाहरण दीजिए।

21. शुद्ध जल यौगिक है, जबकि समुद्री-जल मिश्रण है। क्यों? समझाइए।

22. किसी तत्व के प्रतीक से क्या जानकारी मिलती है?

23. निम्नलिखित तत्वों के सूत्र एवम् परमाणुकता लिखिए :
ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, ऑर्गन, निऑन, फास्फोरस।

24. रासायनिक सूत्र से क्या जानकारी मिलती है?

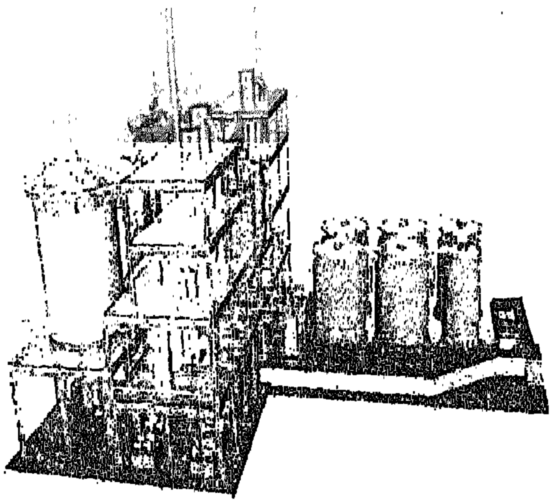
25. उन दो तत्वों के नाम लिखिए जो वायु में बहुतायत में पाए जाते हैं।

26. सोडियम का प्रतीक 'Na' है। इसका क्या अर्थ है?

27. नाइट्रिक अम्ल का सूत्र $HNO_3$ है।
   (i) अम्ल में उपस्थित तत्वों के नाम लिखिए।
   (ii) अम्ल के एक अणु में उपस्थित विभिन्न तत्वों के परमाणुओं की संख्या लिखिए।

28. संतुलित एवम् असंतुलित रासायनिक समीकरणों में क्या अंतर है? एक उदाहरण देकर समझाइए।

29. किसी संतुलित रासायनिक समीकरण से क्या जानकारियाँ मिलती हैं?



अध्याय 4

# अम्ल, क्षार एवम् लवण

आप में से अधिकतर दही, सिरका, इमली एवम् नींबू के रस से परिचित हैं। ये सभी खट्टे होते हैं। हरे आम, टमाटर, करौंदा एवम् बिना पके अंगूर भी खट्टे होते हैं। बहुत से फल (विशेषत: सिट्रस अर्थात् नींबू वंश के) तथा कुछ सब्जियाँ भी स्वाद में खट्टी होती हैं क्योंकि इनमें अम्ल, जो उनमें प्राकृतिक क्रिया के फलस्वरूप बनता है, उपस्थित रहता है। सभी खट्टे पदार्थों में **अम्ल** होता है। इसके विपरीत, धोने का सोडा, चूना और साबुन जैसे पदार्थों के विलयन के स्पर्श में चिकनाहट होती है तथा उनका स्वाद तीखा होता है। ये पदार्थ **क्षार** अथवा **क्षारक** होते हैं अर्थात् इनमें क्षार या क्षारक उपस्थित रहते हैं। अम्ल एवम् क्षार आपस में क्रिया करके एक नया पदार्थ **लवण** एवम् पानी बनाते हैं। इस अध्याय में आप अम्ल, क्षारक एवम् लवण के कुछ गुणों एवम् उनके उपयोगों के बारे में अध्ययन करेंगे।

## 4.1 अम्ल

आप तत्वों के बारे में पढ़ चुके हैं। उन्हें मुख्यत: धातुओं एवम् अधातुओं में वर्गीकृत किया जा सकता है। सोडियम, मैग्नीशियम, कॉपर, ज़िंक, पारा, सिल्वर तथा गोल्ड धातुओं के कुछ उदाहरण हैं। कार्बन, नाइट्रोजन, सल्फर एवम् फास्फोरस कुछ अधातुएँ हैं।

लगभग सभी धातुएँ एवम् अधातुएँ ऑक्सीजन (एक अधातु) में गर्म करने अथवा दहन करने पर उससे संयोग कर ऑक्साइड बनाती हैं।

$$2\,Mg + O_2 \rightarrow 2\,MgO$$

मैग्नीशियम — मैग्नीशियम ऑक्साइड

$$4\,Na + O_2 \rightarrow 2\,Na_2O$$

सोडियम — सोडियम ऑक्साइड

$$C + O_2 \rightarrow CO_2$$

कार्बन — कार्बन डाइऑक्साइड

$$S + O_2 \rightarrow SO_2$$

सल्फर — सल्फर डाइऑक्साइड

इनमें से कुछ ऑक्साइड जल में विलेय हैं और कुछ नहीं। अधातुओं के ऑक्साइड जल में घुलने पर अम्ल बनाते हैं। उदाहरणार्थ,

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$$

कार्बन डाइऑक्साइड — कार्बनिक अम्ल

$$SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$$

सल्फर डाइऑक्साइड — सल्फ्यूरस अम्ल

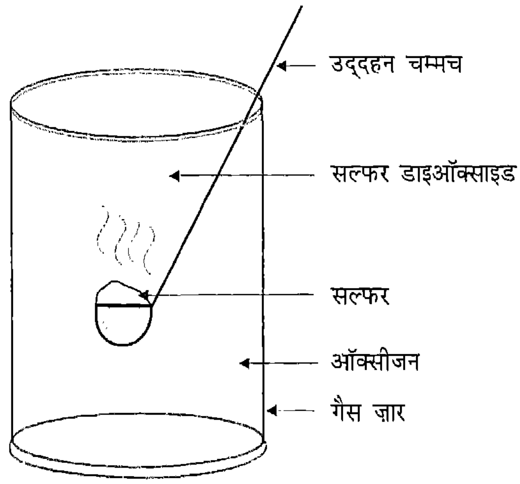
इन अभिक्रियाओं में अम्ल के बनने का परीक्षण इनमें नीला लिटमस पेपर डुबोकर किया जा सकता है। वह लाल हो जाता है।

आइए, निम्नलिखित क्रियाकलाप करें।

### *क्रियाकलाप 1*

एक लंबे हत्थे की चम्मच (उद्दहन चम्मच) में थोड़ा सा गंधक का चूर्ण लीजिए। जब गंधक जलने लगे तो चम्मच को एक गैस ज़ार में ले जाइए (चित्र 4.1)।

कुछ समय के पश्चात्, गंधक के जलते रहते ही, गैस ज़ार के मुँह को आंशिक रूप से




*चित्र 4.1 गैस ज़ार में गंधक का दहन*

ढक्कन से बंद कीजिए। गैस ज़ार सल्फर डाइऑक्साइड के धुएँ से भर जाता है। चम्मच को हटाइए एवम् गैस ज़ार के मुँह को ढक्कन से फिर बंद कीजिए। अब गैस ज़ार में लगभग 25 mL जल डालिए। गैस जल में घुल जाती है तथा प्राप्त विलयन नीले लिटमस पेपर को लाल कर देता है। गैस ज़ार में अम्ल विलयन बनता है।

इसी क्रियाकलाप को गैस ज़ार में कोयले के एक टुकड़े का दहन कर दोहराया जा सकता है। इस प्रयोग में कार्बन डाइऑक्साइड गैस बनती है जो जल के साथ अम्ल विलयन भी बनाती है। यह विलयन नीले लिटमस कागज को लाल कर देता है।

हम अपने दैनिक जीवन में बहुत से अम्लों का उपयोग करते हैं। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (HCl) का उपयोग रसोईघर की हौदी एवम् प्रसाधन कक्ष में चीनी मिट्टी के उपकरणों को साफ करने में किया जाता है। नाइट्रिक अम्ल ($HNO_3$) का उपयोग स्वर्णकारों द्वारा सोना-चाँदी के आभूषणों की सफाई करने में किया जाता है। सल्फ्यूरिक अम्ल ($H_2SO_4$) का उपयोग कार, बस, ट्रक, ट्रैक्टर तथा इनवर्टर

(invertor) के लिए बैटरियों में किया जाता है। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल, नाइट्रिक अम्ल तथा सल्फ्यूरिक अम्ल **खनिज अम्ल** कहलाते हैं।

आप सीख चुके हैं कि फटा दूध, नींबू, हरा आम तथा करौंदा स्वाद में खट्टे होते हैं। इन सभी में प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले अम्ल उपस्थित रहते हैं। ऐसे अम्ल प्राणियों एवम् वनस्पतियों में प्राकृतिक रूप से पाए जाते हैं। इन्हें **कार्बनिक अम्ल** कहते हैं। कार्बनिक अम्लों के कुछ उदाहरण लेक्टिक अम्ल (फटे हुए दूध में) तथा साइट्रिक अम्ल (साइट्रस फलों, जैसे नींबू एवम् संतरा) में हैं। इमली में टार्टरिक अम्ल होता है। सिरका (विनेगर), जिसका उपयोग विभिन्न भोज्य पदार्थों तथा उनके परिरक्षण में किया जाता है, में ऐसीटिक अम्ल होता है। फॉर्मिक अम्ल चींटियों के शरीर में पाया जाता है। चींटी तथा मधुमक्खी के काटने (डंक) पर उनके द्वारा हमारे शरीर में पहुँचाए गए फॉर्मिक अम्ल के कारण ही हमें तेज दर्द होता है। विटामिन C, जो हमारे शरीर के लिए अति महत्वपूर्ण है, भी एक कार्बनिक अम्ल है जिसे ऐस्कॉर्बिक अम्ल कहते हैं।

## 4.2 सभी अम्लों में हाइड्रोजन परमाणु होता है

आइए, कुछ अम्लों के रासायनिक सूत्रों का अध्ययन करें (सारणी 4.1)।

**सारणी 4.1**
**कुछ प्रचलित अम्लों के रासायनिक सूत्र**

| क्रमांक | अम्ल का नाम | रासायनिक सूत्र |
|---|---|---|
| 1. | हाइड्रोक्लोरिक अम्ल | $HCl$ |
| 2. | नाइट्रिक अम्ल | $HNO_3$ |
| 3. | सल्फ्यूरिक अम्ल | $H_2SO_4$ |
| 4. | कार्बोनिक अम्ल | $H_2CO_3$ |
| 5. | ऐसीटिक अम्ल | $CH_3COOH^*$ |
| 6. | फॉर्मिक अम्ल | $HCOOH^*$ |

सारणी 4.1 के अवलोकन से स्पष्ट है कि सभी अम्लों के सूत्र में एक तत्व उभयनिष्ठ है। इन सभी में **हाइड्रोजन** उपस्थित है। अत: कहा जा सकता है कि किसी पदार्थ के अम्ल होने के लिए उसमें हाइड्रोजन की उपस्थिति आवश्यक है। ऐसीटिक एवम् फॉर्मिक अम्ल में तारांकित (*) हाइड्रोजन की उपस्थिति के कारण वे अम्ल हैं। आरेनिअस पहला वैज्ञानिक था जिसने अम्लों को परिभाषित किया।

## 4.3 अम्लों की विशेषताएँ

सभी खनिज एवम् कार्बनिक अम्लों की कुछ विशेषताएँ होती हैं। ऐसी कुछ विशेषताएँ इस प्रकार हैं:

***(i) प्रबल एवम् दुर्बल अम्ल***

आपने अब तक जिन अम्लों के बारे में जाना है उनमें हाइड्रोक्लोरिक अम्ल, नाइट्रिक अम्ल, सल्फ्यूरिक अम्ल एवम् फास्फोरिक अम्ल प्रबल अम्ल कहलाते हैं। ऐसीटिक अम्ल, फॉर्मिक अम्ल, साइट्रिक अम्ल तथा कार्बोनिक अम्ल दुर्बल अम्ल हैं।

कार्बनिक अम्ल, जैसे ऐसीटिक अम्ल, साइट्रिक अम्ल तथा टार्टरिक अम्ल दुर्बल होते हैं। अत: वे

*उन्नीसवीं शताब्दी के अंत में आरेनिअस ने जल में विद्युत् अपघट्यों के विषय में अपना सिद्धांत प्रस्तुत किया। आरेनिअस स्वीडन के रसायनज्ञ थे। आरेनिअस ने कहा कि जब किसी विद्युत् अपघट्य को जल में घोला जाता है तो उसके अणु आवेशित कणों; धनायन एवम् ऋणायन, में विघटित हो जाते हैं। ये आयन ही विलयन में विद्युत् के चालन एवम् उसके रासायनिक गुणों के लिए उत्तरदायी होते हैं। आरेनिअस के सिद्धांत के अनुसार अम्ल उस पदार्थ को कहते हैं जो जल में घुलकर हाइड्रोजन आयन ($H^+$) देते हैं। इसी प्रकार क्षार उस पदार्थ को कहते हैं जो जल में घुलकर हाइड्रॉक्साइड आयन ($OH^-$) देते हैं।*

हमारे भोज्य पदार्थों के घटक हैं। किंतु, हमारे द्वारा पिए जाने वाले मृदु पेय एवम् सोडा में कार्बोनिक अम्ल होता है जो कि आर्गेनिक (कार्बनिक) अम्ल नहीं है। मृदु पेयों तथा सोडा में कार्बोनिक अम्ल की उपस्थिति उन्हें अच्छा स्वाद प्रदान करती है।

### *(ii) सांद्र एवम् तनु अम्ल*

किसी अम्ल की शक्ति उसे जल के आधिक्य में मिला कर कम की जा सकती है। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (HCl), हाइड्रोजन क्लोराइड गैस को जल की न्यूनतम मात्रा में घोलकर प्राप्त किया जाता है। यह अम्ल विलयन सांद्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के नाम से बेचा जाता है। उसकी शक्ति को और अधिक जल में घोलकर कम किया जा सकता है। इस हेतु अम्ल को धीरे-धीरे जल में डालते हुए जल को लगातार विड़ोलित किया जाता है। इस प्रकार, अम्ल की एक निश्चित मात्रा को जल की निश्चित मात्रा में मिलाकर किसी भी शक्ति का अम्ल प्राप्त किया जा सकता है। यह **तनु अम्ल** कहलाता है। प्रयोगशाला में हम सामान्यत: **सांद्र अम्ल** अथवा निश्चित शक्ति के तनु अम्ल का उपयोग करते हैं। यह तथ्य उन सभी खनिज अम्लों के लिए लागू होता है जिनका उपयोग हम प्रयोगशाला में करते हैं।

### तनु अम्ल बनाना

*अम्लों का तनु विलयन तैयार करने के लिए हमेशा अम्ल को जल में डालना चाहिए तथा विलयन को लगातार विड़ोलित करते रहना चाहिए। अम्ल को हमेशा धीरे-धीरे डालना चाहिए; अन्यथा तनु करने के प्रक्रम में इतनी ऊष्मा उत्पन्न हो जाएगी कि कांच का बना पात्र टूट भी सकता है। पात्र में उपस्थित गर्म अम्ल में विस्फोट हो सकता है जिससे हमारे कपड़ों एवम् शरीर पर भी अम्ल गिर सकता है। इसके फलस्वरूप गहन अम्ल दाह (acid burn) हो सकता है। सांद्र सल्फ्यूरिक एवम् नाइट्रिक अम्ल द्वारा कपड़ों में छेद भी हो सकता है।*

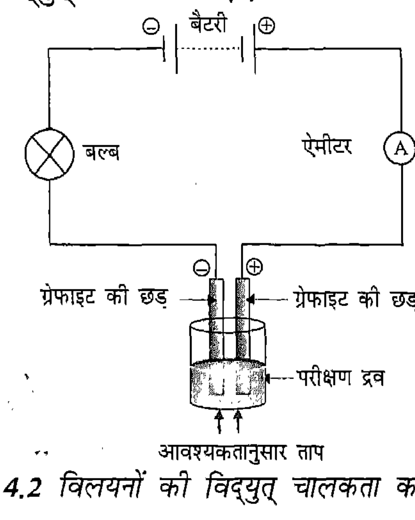
*हममें से अधिकांश जानते हैं कि हम अपने घरों में टाइल्स, शैस्वासन (toilet seat), वाश बेसिन तथा रसोईघर की सिंक (sink) साफ करने के लिए तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का उपयोग करते हैं। कार की बैटरी में प्रयुक्त सल्फ्यूरिक अम्ल (बैटरी अम्ल) की सांद्रता निश्चित होती है। जब लगातार उपयोग करने पर इस अम्ल की सांद्रता कम हो जाती है तो हम कहते हैं कि बैटरी उपयोग करने के योग्य नहीं रह गई है। ऐसी बैटरी को चार्ज करना पड़ता है। इसका अर्थ है कि बैटरी में भरे सल्फ्यूरिक अम्ल की सांद्रता को निर्धारित सीमा तक बढ़ाया जाना आवश्यक हो गया है। अम्ल की सांद्रता का वांछित स्तर बैटरी को चार्ज करके प्राप्त किया जाता है।*

### *(iii) अम्ल विलयन विद्युत् के चालक हैं*

सभी अम्ल (खनिज एवम् कार्बनिक) विलयन विद्युत् के चालक हैं। इनमें विद्युत् प्रवाहित हो सकती है। आइए, इसे दिखाने के लिए एक सरल क्रियाकलाप करें।

### *क्रियाकलाप 2*

चित्र 4.2 के अनुसार उपकरणों को व्यवस्थित कर एक विद्युत् परिपथ बनाइए।




***चित्र 4.2*** *विलयनों की विद्युत् चालकता का परीक्षण*

चित्र में दर्शाए गए पात्र को सारणी 4.2 में दिए गए विलयनों से एक के बाद एक भरिए। हर बार बैटरी को परिपथ से जोड़िए एवम् धारामापी (ऐमीटर) की सुई की गति अथवा परिपथ में लगे बल्ब की दीप्ति को, यदि होती है, तो नोट कीजिए। अपने अवलोकनों को सारणी 4.2 में दिए गए एक उदाहरण के समान ही नोट कीजिए।

**सारणी 4.2**
**कुछ अम्ल विलयनों की चालकता**

| *क्रमांक* | *द्रव* | *अवलोकन* | | *निष्कर्ष* |
|---|---|---|---|---|
| | | *बल्ब की दीप्ति* | *सुई की गति* | |
| 1. | नल का जल | क्षीण | बहुत कम होती है | दुर्बल चालक |
| 2. | वर्षा जल | | | |
| 3. | नींबू का रस | | | |
| 4. | सिरका | | | |
| 5. | सोडावाटर | | | |
| 6. | बैटरी अम्ल | | | |
| 7. | तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल | | | |
| 8. | इमली का पानी | | | |

आप पाएँगे कि जहाँ नल का जल विद्युत् का बहुत दुर्बल चालक है, वहीं सभी अम्ल विलयन विद्युत् के चालक हैं (इंजेक्शन बनाने में प्रयुक्त आसुत जल तथा शुद्ध जल विद्युत् के कुचालक होते हैं)।

### *(iv) अम्लों की धातुओं पर क्रिया*

अम्ल लगभग सभी धातुओं से कुछ हद तक क्रिया करते हैं। मैग्नीशियम तथा ज़िंक जैसी क्रियाशील धातुएँ अम्लों से हाइड्रोजन को हाइड्रोजन गैस के रूप में विस्थापित कर देती हैं। ज़िंक की सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ अभिक्रिया को निम्न रासायनिक समीकरण द्वारा निरूपित किया जा सकता है:

$$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$$

ज़िंक सल्फ्यूरिक अम्ल ज़िंक सल्फेट हाइड्रोजन

इस अभिक्रिया को प्रयोगशाला में आसानी से किया जा सकता है।

## *क्रियाकलाप 3*

एक परखनली में लगभग 10 mL तनु सल्फ्यूरिक अम्ल लें। इसमें ज़िंक का एक छोटा-सा टुकड़ा डालें तथा अवलोकन करें। तत्काल एक तीव्र अभिक्रिया प्रारंभ हो जाती है तथा गैस का निकलना दिखाई देने लगता है। कुछ गैस एकत्रित करने के पश्चात् जलती हुई एक तीली गैस ज़ार के मुँह के पास ले जाइए। परखनली के मुँह पर एक नीली लौ दिखाई देगी। 'पाप' की एक ध्वनि भी सुनाई देगी। निकली हुई गैस हाइड्रोजन है।

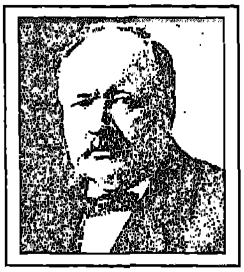
$$Mg + 2\,HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$$

मैग्नीशियम हाइड्रोक्लोरिक अम्ल मैग्नीशियम क्लोराइड हाइड्रोजन

$$Fe + 2\,HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$$

आयरन हाइड्रोक्लोरिक अम्ल आयरन क्लोराइड हाइड्रोजन

सोडियम, मैग्नीशियम तथा कैल्सियम, हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ तेजी से अभिक्रिया करके हाइड्रोजन गैस विस्थापित करती हैं। ऐलुमिनियम, ज़िंक तथा आयरन, हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ तीव्रता से अभिक्रिया करते हैं। किंतु कॉपर, सिल्वर एवम् गोल्ड जैसी धातुएँ इस अम्ल के साथ अभिक्रिया नहीं करती हैं। सोडियम एवम् कैल्सियम की हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ



## स्वांते अगस्त आरेनिअस

*स्वांते अगस्त आरेनिअस का जन्म 19 फरवरी, 1859 को स्वीडन में हुआ था। वह एक भौतिक रसायनज्ञ थे जिन्होंने आरेनिअस के सिद्धांत का प्रतिपादन किया। इस सिद्धांत के अनुसार विद्युत् अपघट्य पदार्थों के विलयन, उनमें से विद्युत् धारा का प्रवाह न करने पर भी, वियोजित होकर विद्युत् आवेशित कण, अथवा, आयन बनाते हैं। सन 1903 में आरेनिअस को नोबेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया।*

*उपसला नामक स्थान पर विद्यालयी शिक्षा ग्रहण करने के पश्चात् आरेनिअस ने भौतिकी, गणित तथा रसायनशास्त्र की शिक्षा विश्वविद्यालय से प्राप्त की। उन्होंने विद्युत् अपघटन के विषय पर कार्य किया जिस पर उन्हें डाक्टरेट की उपाधि से सम्मानित किया गया। अत्यधिक शोध कार्य करने के पश्चात् उन्होंने आरेनिअस सिद्धांत का प्रतिपादन किया। उन्होंने अम्ल तथा क्षारों को भी परिभाषित किया। उनके अनुसार अम्ल वे पदार्थ हैं जो जल में वियोजित होकर विद्युत्-आवेशित परमाणु, जिनमें से एक हाइड्रोजन आयन ($H^+$) भी है, अथवा अणु, जिनको आयन कहते हैं, बनाते हैं; क्षारक वे पदार्थ हैं जिनके जल में विलयन आयनित होकर हाइड्रॉक्साइड आयन ($OH^-$) बनाते हैं। वास्तव में, जलीय विलयनों में हाइड्रोजन आयन जल के एक अणु के साथ मिलकर हाइड्रोनियम आयन ($H_3O^+$) के रूप में उपस्थित रहते हैं। परंतु, व्यावहारिक रूप से इन्हें हाइड्रोजन आयन के नाम से ही जाना जाता है। आरेनिअस ने बहुत से अम्लों तथा क्षारकों के रासायनिक व्यवहार का वर्णन उनके विलयनों द्वारा हाइड्रोजन तथा हाइड्रॉक्साइड आयनों को बनाने की क्षमता के आधार पर किया। आरेनिअस का पदार्थों के जलीय विलयनों से संबंधित शोध कार्य* ***विलयनों के सिद्धांत*** *(1912) के नाम से प्रकाशित हुआ।*

*आरेनिअस ने विज्ञान के विविध क्षेत्रों में शोध-कार्य किया। उन्होंने रोधक्षमताविज्ञान तथा टॉक्सिन जैसे विषयों पर शोध-कार्य किया। तत्पश्चात् उन्होंने भू-विज्ञान तथा ब्रम्हांडोत्पत्ति जैसे विषयों पर शोध कार्य किया। उन्होंने कई देशों का भ्रमण किया तथा विज्ञान से संबंधित अनेक विषयों पर भाषण दिए। उनके जीवन-काल में उन्हें कई पदकों से सम्मानित किया गया तथा वह कई पदों पर आसीन रहे। आरेनिअस का स्टॉकहोम में 2 अक्टूबर, 1927 को देहांत हुआ।*

अभिक्रिया विस्फोटक होती है। इसलिए, यह अभिक्रिया असुरक्षित है। अतः, इस अभिक्रिया को प्रयोगशाला में बहुत सावधानीपूर्वक किया जाना चाहिए।

कार्बोनिक अम्ल, यद्यपि एक खनिज अम्ल है, धातुओं से अभिक्रिया नहीं करता। जैसाकि पहले कहा जा चुका है, लैड, कॉपर, गोल्ड एवम् सिल्वर जैसी धातुएँ ठंडे एवम् तनु अम्लों से अभिक्रिया नहीं करती हैं।

इन सभी अभिक्रियाओं में एक उत्पाद उभयनिष्ठ है। इन सभी में एक **लवण** बनता है। उदाहरणार्थ, ज़िंक सल्फेट, मैग्नीशियम क्लोराइड तथा सोडियम क्लोराइड लवण हैं। ये किसी अम्ल में उपस्थित हाइड्रोजन को धातु द्वारा विस्थापित करने पर प्राप्त होते हैं।

फॉर्मिक अम्ल एवम् ऐसीटिक अम्ल जैसे कार्बनिक अम्ल भी सोडियम, मैग्नीशियम एवम् कैल्सियम

जैसी सक्रिय धातुओं से अभिक्रिया करके उनसे संबंधित धातु लवण बनाते हैं। इन अभिक्रियाओं में भी हाइड्रोजन गैस उत्पन्न होती है।

### *(v) अम्लों की संक्षारण प्रकृति*

आप पढ़ चुके हैं कि खनिज अम्ल (कार्बोनिक अम्ल को छोड़कर) धातुओं से अभिक्रिया करते हैं। सोडियम, मैग्नीशियम एवम् कैल्सियम जैसी धातुओं के साथ इन अम्लों की अभिक्रिया विस्फोटक होती है। एलुमिनियम, ज़िंक एवम् आयरन जैसी धातुओं के साथ इन अम्लों की अभिक्रिया मंद होती है। अतः, अम्लों को धातु से बने हुए पात्रों में भंडारित नहीं किया जाता। अम्लों का भंडारण करने के लिए काँच अथवा चीनी मिट्टी (सिरेमिक) से बने बर्तन सुरक्षित माने जाते हैं।

आपमें से कुछ ने कार बैटरियों को निकट से देखा होगा। इनमें सल्फ्यूरिक अम्ल का प्रयोग होता है। इन बैटरियों का पात्र अम्ल प्रतिरोधी होता है जो सल्फ्यूरिक अम्ल से अप्रभावित रहता है।

अधिकांश खनिज अम्ल, धातुओं तथा पत्थर की मूर्तियों को प्रभावित करते हैं। यह क्रिया संक्षारण कहलाती है। धातुओं एवम् अधातुओं की, उनके निकटतम पर्यावरण में उपलब्ध ऑक्सीजन, जल अथवा अम्लों से होने वाली अभिक्रिया **संक्षारण** कहलाती है। यह एक धीमी अभिक्रिया है।

सांद्र अम्ल, कपड़ों तथा लकड़ी को भी प्रभावित करते हैं। यदि दुर्घटनावश सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल कपड़ों अथवा लकड़ी पर गिर जाए तो कपड़ों में छेद हो जाता है तथा लकड़ी की सतह पर काला निशान बन जाता है। अतः, प्रयोगशालाओं में टेबल की ऊपरी तल पर अम्ल प्रतिरोधक पेंट लगाया जाता है। अन्य खनिज अम्ल (कार्बोनिक अम्ल को छोड़कर) भी हमारी त्वचा को जला देते हैं। अतः, इनका उपयोग बहुत सावधानीपूर्वक करना चाहिए। जैसा कि पहले कहा जा चुका है, सांद्र अम्लों को तनु बनाते समय अधिकतम सावधानी रखनी चाहिए।

### *(vi) अम्लों की धातु कार्बोनेटों पर क्रिया*

धातु कार्बोनेट महत्वपूर्ण यौगिक हैं। ये कार्बोनिक अम्ल ($H_2CO_3$) के लवण हैं। चूना पत्थर (लाइमस्टोन), चॉक एवम् संगमरमर प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले धातु कार्बोनेट हैं। ये कैल्सियम कार्बोनेट के ही विभिन्न रूप हैं।

सभी कार्बोनेट, अम्लों के साथ अभिक्रिया करके लवण, कार्बन डाइऑक्साइड एवम् जल बनाते हैं। उदाहरणार्थ,

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

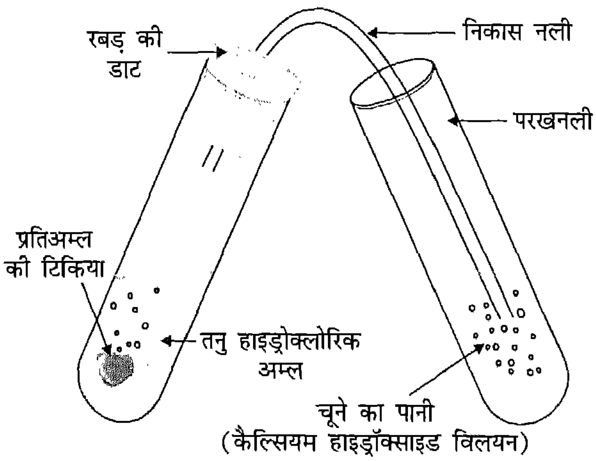
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| कैल्सियम कार्बोनेट | हाइड्रोक्लोरिक अम्ल | कैल्सियम क्लोराइड | जल | कार्बन डाइऑक्साइड |

अम्लों की धातुओं से अभिक्रिया का उपयोग $CO_2$– प्रकार के **अग्निशामक युक्ति** बनाने में किया जाता है। इन अग्निशामक युक्तियों में अम्ल, धातु कार्बोनेट से अभिक्रिया करके लवण, जल और कार्बन डाइऑक्साइड बनाता है। अग्निशामक के भीतर बनी कार्बन डाइऑक्साइड गैस का अग्नि की ओर मुख करके अग्नि को बुझाया जा सकता है। किंतु, इस प्रकार के अग्निशामकों की उपयोगिता सीमित होती है।

### *क्रियाकलाप 4*

एक ऐसी परखनली लीजिए जिसमें एक छेद वाले रबड़ की ऐसी कॉर्क लगी हो जिसमें लगभग 90° पर मुड़ी एक निकास नली लगी हुई हो (चित्र 4.3)। परखनली में चूना-पत्थर या संगमरमर (दोनों ही कैल्सियम कार्बोनेट हैं) या

किसी प्रतिअम्ल के कुछ टुकड़े तथा लगभग 10 mL तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालिए। निकास नली का दूसरा सिरा दूसरी परखनली में रखे ताजा बने चूने के पानी में डालिए। बुदबुदाहट के साथ (गैस के बुलबुलों के तेजी से निर्माण के कारण) कार्बन डाइऑक्साइड गैस उत्पन्न होती है। जब यह गैस चूने के पानी में प्रवाहित होती है तो वह धुँधला (दूधिया) हो जाता है। यह कार्बन डाइऑक्साइड की उपस्थिति का परीक्षण है।

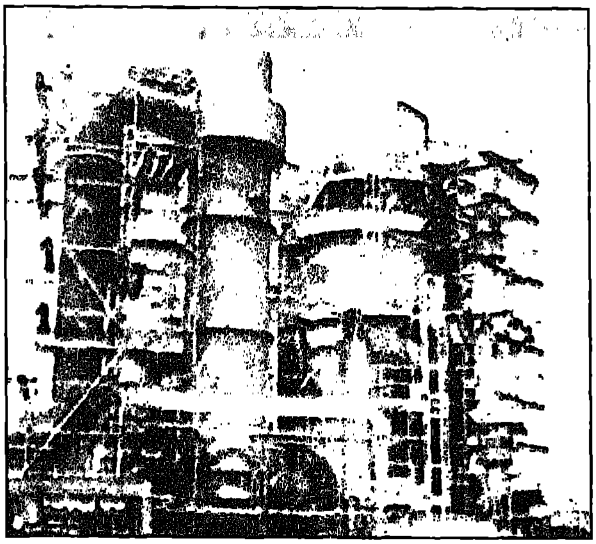



*चित्र 4.3 चूने के पानी में $CO_2$ का प्रवाह*

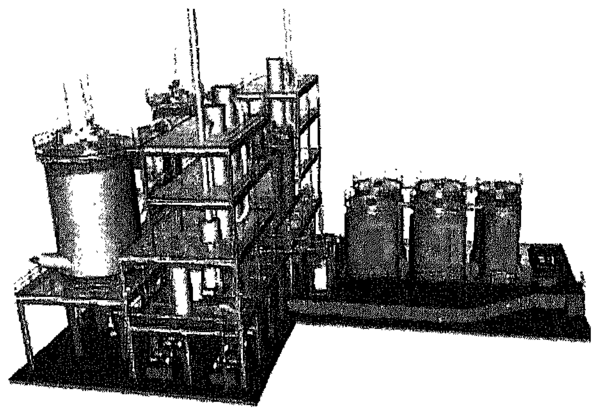
कुछ प्रतिअम्लों (antacids), जिनका उपयोग हम अपने दैनिक जीवन में अम्लता एवम् अपच से छुटकारा पाने के लिए करते हैं, में मुख्यत: सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट (बाईकार्बोनेट) होता है। जब हम इन्हें मुख द्वारा ग्रहण करते हैं तो वह उदर में उपस्थित हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से अभिक्रिया करके उसकी सांद्रता को कम कर देते हैं। इसके फलस्वरूप हमें अम्लता, अपच एवम् कभी-कभी सिरदर्द से भी आराम मिलता है।

## 4.4 खनिज अम्लों का उद्योगों में उपयोग

सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल, नाइट्रिक अम्ल और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का उपयोग बहुत से धातुकर्मीय प्रक्रमों, उर्वरकों के निर्माण तथा बहुत से औद्योगिक रसायनों के निर्माण में किया जाता है। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का उपयोग बॉयलरों के भीतरी तट पर चढ़ी कैल्सियम कार्बोनेट की तह को हटाने (डी-स्केलिंग) में किया जाता है। तथापि अम्ल द्वारा बॉयलरों के संक्षारण की रोकथाम के लिए विशेष सावधानियाँ

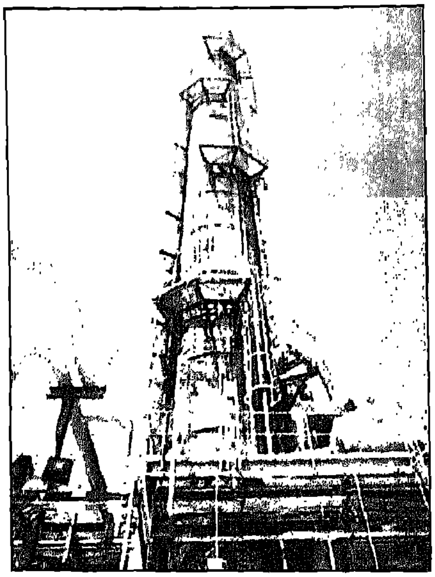


*चित्र 4.4 सल्फ्यूरिक अम्ल के निर्माण का एक संयंत्र*



*चित्र 4.5 हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के निर्माण के लिए संयंत्र का एक मॉडल*

रखी जाती हैं। अत: इन अम्लों का विशेषत: सल्फ्यूरिक, नाइट्रिक एवम् हाइड्रोक्लोरिक अम्लों का, बड़े-बड़े संयंत्रों में व्यापारिक उपयोग के लिए उत्पादन दिया जाता है (चित्र 4.4, 4.5 एवम् 4.6)।



*चित्र 4.6 नाइट्रिक अम्ल के औद्योगिक निर्माण का संयंत्र*

**इन्हें उत्तर दीजिए**

1. किसी अधातु के ऑक्साइड को जल में घोलने पर क्या होता है?
2. आप किसी पदार्थ में अम्ल की उपस्थिति का परीक्षण कैसे कर सकते हैं?
3. 'खनिज अम्ल' क्या हैं? दो उदाहरण दीजिए।
4. 'कार्बनिक अम्ल' क्या हैं? दो उदाहरण दीजिए।
5. सभी अम्लों में उपस्थित एक गुण कौन-सा है?
6. 'सांद्र' और 'तनु' अम्लों से आप क्या समझते हैं?
7. धातु कार्बोनेटों की अम्लों के साथ अभिक्रिया से उत्पन्न गैस का नाम लिखिए।
8. ज़िंक, मैग्नीशियम एवम् सोडियम की तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ अभिक्रियाओं के लिए संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए।
9. अम्लों का भंडारण धातु के पात्रों में क्यों नहीं किया जाता है?
10. धातु कार्बोनेट कैसे बनते हैं? इस अभिक्रिया के लिए कोई एक उदाहरण तथा उसका रासायनिक समीकरण लिखिए।
11. खनिज अम्लों के उद्योग में क्या उपयोग हैं?

## 4.5 क्षार एवम् क्षारक

आप पढ़ चुके हैं कि अधिकांश धातुएँ गर्म करने अथवा दहन करने पर ऑक्सीजन से संयोग करती हैं। कभी-कभी यह अभिक्रिया धीमी गति से कक्ष के ताप पर भी होती है। इन अभिक्रियाओं में धातुओं के ऑक्साइड बनते हैं। इनमें से कुछ ऑक्साइड ठंडे जल में घुलते हैं; तथा कुछ अन्य ऑक्साइड गर्म करने पर घुलते हैं। कॉपर ऑक्साइड ($CuO$) जैसे कुछ धातु ऑक्साइड जल में विलेय नहीं हैं।

आइए, कुछ धातुओं के ऑक्साइडों के बनने की क्रिया के अध्ययन के लिए कुछ कार्यकलाप करें।

### *क्रियाकलाप 5*

किसी चिमटी की मदद से मैग्नीशियम के फीते का एक छोटा-सा टुकड़ा पकड़कर मोमबत्ती अथवा बर्नर की लौ पर रखिए। आप क्या देखते हैं? धातु एक तेज प्रकाश के साथ जलती है एवम् एक सफेद रंग की राख बनती है। इस राख को कागज के एक टुकड़े अथवा वॉच ग्लास पर एकत्रित कीजिए।

मैग्नीशियम के ऑक्सीजन (हवा में उपस्थित) में दहन से बना पदार्थ मैग्नीशियम ऑक्साइड है।

$$\underset{\text{मैग्नीशियम}}{2Mg} + \underset{\text{ऑक्सीजन}}{O_2} \rightarrow \underset{\text{मैग्नीशियम ऑक्साइड}}{2MgO}$$

मैग्नीशियम के दहन से प्राप्त इस सफेद राख की थोड़ी-सी मात्रा किसी परखनली में लीजिए। इसमें 10 mL जल डालिए तथा गर्म कीजिए। सफेद पदार्थ गर्म जल में घुल जाता

है। इस विलयन की कुछ बूंदों को आप अपनी तर्जनी एवम् अंगूठे के बीच लेकर रगड़िए। क्या आपको इस विलयन का स्पर्श चिकना महसूस होता है?

अब इस विलयन में लाल लिटमस पेपर का एक टुकड़ा डालिए, आपको क्या दिखाई देता है? लिटमस पेपर का रंग नीला हो जाता है।

मैग्नीशियम के समान, सोडियम भी वायु में जलकर सफेद पाउडर जैसा पदार्थ बनाता है। यह पदार्थ सोडियम ऑक्साइड ($Na_2O$)है।

| $4Na$ | $+$ | $O_2$ | $\rightarrow$ | $2Na_2O$ |
|---|---|---|---|---|
| सोडियम | | ऑक्सीजन | | सोडियम ऑक्साइड |

सोडियम ऑक्साइड ठंडे पानी में घुल जाता है। इस विलयन का स्पर्श भी चिकना महसूस होता है। यह विलयन लाल लिटमस पेपर को नीले में बदल देता है।

लिटमस का रंग 'लाल' से 'नीला' करना जिन पदार्थों की विशेषता है उन्हें 'क्षार' अथवा 'क्षारक' कहते हैं।

आप अब जान चुके हैं कि मैग्नीशियम ऑक्साइड तथा सोडियम ऑक्साइड, दोनों ही, ठंडे जल में घुलनशील हैं। पोटैशियम एवम् कैल्सियम के ऑक्साइड तथा कुछ अन्य ऑक्साइड भी ठंडे जल में घुलनशील हैं। ये सभी ऑक्साइड जल में घुलकर **हाइड्रॉक्साइड** बनाते हैं।

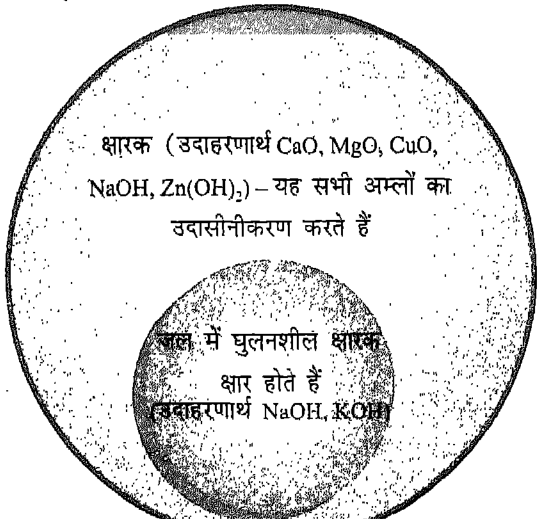
कुछ धातु ऑक्साइडों द्वारा जल में घुलकर हाइड्रॉक्साइड बनाना नीचे दिए गए संतुलित रासायनिक समीकरणों द्वारा दर्शाया गया है:

| $MgO$ | $+$ | $H_2O$ | $\rightarrow$ | $Mg(OH)_2$ |
|---|---|---|---|---|
| मैग्नीशियम ऑक्साइड | | जल | | मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड |
| $Na_2O$ | $+$ | $H_2O$ | $\rightarrow$ | $2NaOH$ |
| सोडियम ऑक्साइड | | जल | | सोडियम हाइड्रॉक्साइड |
| $K_2O$ | $+$ | $H_2O$ | $\rightarrow$ | $2KOH$ |
| पोटैशियम ऑक्साइड | | जल | | पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड |
| $CaO$ | $+$ | $H_2O$ | $\rightarrow$ | $Ca(OH)_2$ |
| कैल्सियम ऑक्साइड | | जल | | कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड |

धातुओं के वे हाइड्रॉक्साइड, जो जल में विलेय हैं, **क्षार** कहलाते हैं। **अतः सभी घुलनशील हाइड्रॉक्साइड क्षार हैं।**

सभी धातु ऑक्साइडों एवम् हाइड्रॉक्साइडों, जैसे सोडियम हाइड्रॉक्साइड, पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड तथा कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड के, जल में उनकी घुलनशीलता को ध्यान में रखे बिना, **क्षारक** नाम दिया गया है।

अतः, जहाँ सभी क्षार, क्षारक हैं, वहीं, सभी क्षारक, क्षार नहीं हैं। इसे चित्र 4.7 में दिए गए वेन (Venn) आरेख से अच्छी तरह प्रदर्शित किया जा सकता है।




***चित्र 4.7*** *क्षार एवम् क्षारक में संबंध स्थापित करने वाला वेन (Venn) आरेख*

आप प्रबल एवम् दुर्बल अम्लों के बारे में पढ़ चुके हैं। इसी प्रकार क्षार एवम् क्षारक भी प्रबल

एवम् दुर्बल होते हैं। सारणी 4.3 से कुछ प्रचलित विलयनों एवम् पदार्थों की अम्लता एवम् क्षारकता की कुछ जानकारी होती है।

**सारणी 4.3**

**कुछ प्रचलित विलयनों एवम् पदार्थों की अम्लता एवम् क्षारकता**

| | |
|---|---|
| प्रबल अम्लीय | हाइड्रोक्लोरिक अम्ल |
| | उदर के अम्ल (जठर रस) |
| ↑ | नींबू का रस |
| | विनेगर (सिरका) |
| | अम्लीय वर्षा (वर्षा जल में घुली सल्फर डाइऑक्साइड तथा नाइट्रोजन डाइऑक्साइड) |
| दुर्बल अम्लीय | दूध |
| उदासीन | शुद्ध जल |
| दुर्बल क्षारीय | 'खाने का सोडा' का विलयन (टार्टरिक अम्ल के साथ मिलाकर बेकिंग पाउडर बनाने में उपयोग) |
| | टूथपेस्ट (शर्करायुक्त भोज्य पदार्थों के खाने पर मुख में बनने वाले अम्ल को नष्ट करने के लिए प्रयुक्त) |
| | प्रतिअम्ल (अम्लता एवम् अपच से छुटकारा पाने के लिए प्रयुक्त) |
| ↓ | 'चूने का पानी' (घरों में सफेदी के लिए उपयुक्त), घरों में प्रयुक्त अमोनिया विलयन (पीतल एवम् अन्य धातुओं के बर्तनों को चमकाने हेतु प्रयुक्त) |
| प्रबल क्षारीय | सोडियम हाइड्रॉक्साइड (उद्योग के लिए बहुत महत्वपूर्ण रसायन, साबुन निर्माण में प्रयुक्त) |

अत:, जहाँ शुद्ध जल (इंजेक्शन बनाने में प्रयुक्त) उदासीन होता है, वहीं हाइड्रोक्लोरिक अम्ल प्रबल अम्लीय है तथा सोडियम हाइड्रॉक्साइड प्रबल क्षारीय है।

आप धातु हाइड्रॉक्साइडों के निर्माण के विषय में पढ़ चुके हैं। अधिकांश धातु ऑक्साइड तथा बहुत सारे धातु हाइड्रॉक्साइड जल में नहीं घुलते हैं। फिर भी ये क्षारकों के सभी गुण प्रदर्शित करते हैं। चूंकि सभी क्षार क्षारक हैं, अत: इस अध्याय में हम क्षारों के लिए भी आगे से क्षारक शब्द का ही उपयोग करेंगे।

## 4.6 प्रबल एवम् दुर्बल क्षारक

क्षारक भी प्रबल एवम् दुर्बल होते हैं। कुछ धातु ऑक्साइड एवम् हाइड्रॉक्साइड प्रबल क्षारक हैं। सोडियम हाइड्रॉक्साइड ($NaOH$) तथा पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड ($KOH$) प्रबल क्षारक हैं। इसके विपरीत, कॉपर हाइड्रॉक्साइड $Cu(OH)_2$, ज़िंक हाइड्रॉक्साइड ($Zn(OH)_2$) तथा अमोनियम हाइड्रॉक्साइड ($NH_4OH$), जो अमोनिया ($NH_3$) को जल में घोलने पर प्राप्त होता है, दुर्बल क्षारक हैं।

## 4.7 उदासीनीकरण

सभी अम्ल-क्षारक अभिक्रियाओं में अम्ल अपना अम्लीय गुण खो देते हैं अर्थात् उनकी अम्लता नष्ट हो जाती है। इन सभी अभिक्रियाओं में लवण एवम् पानी बनते हैं। इन अभिक्रियाओं को 'उदासीनीकरण' की अभिक्रिया कहते हैं। किसी उदासीनीकरण अभिक्रिया को निम्नलिखित रूप में निरुपित किया जाता है:

$$\text{अम्ल} + \text{क्षारक} \rightarrow \text{लवण} + \text{पानी}$$

### *क्रियाकलाप 6*

चार स्वच्छ परखनलियाँ लीजिए। इनमें से प्रत्येक में क्रमश: ऐसीटिक अम्ल, तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल, तनु नाइट्रिक अम्ल तथा तनु सल्फ्यूरिक अम्ल की 10 mL मात्रा लीजिए। प्रत्येक परखनली में दो बूँदें लिटमस विलयन की डालिए। प्रत्येक परखनली में रंग को नोट कीजिए। वह लाल है।

अब एक ड्रॉपर की मदद से प्रत्येक परखनली में धीरे-धीरे तनु सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन डालें। प्रत्येक परखनली में विलयन को अलग-अलग काँच की स्वच्छ छड़ की मदद से विलोड़िए अथवा परखनलियों को, उनमें उपस्थित विलयन को छलकाए बिना हिलाएँ। लगातार विलोड़ित करते हुए सोडियम हाइड्रॉक्साइड का विलयन बूँद-बूँद करके डालिए। एक ऐसी स्थिति आएगी जब प्रत्येक परखनली के विलयन का रंग नीला हो जाएगा। अब क्षार को मिलाना बंद कर दें। आप देखेंगे कि इस स्थिति को प्राप्त करने के लिए प्रयुक्त क्षार की मात्रा प्रत्येक परखनली में भिन्न-भिन्न है।

क्या आप अपने इस अवलोकन का कारण बता सकते हैं? प्रत्येक परखनली में रंग परिवर्तन क्यों होता है? विभिन्न परखनलियों में डाले गए क्षार का आयतन भिन्न-भिन्न क्यों है?

प्रत्येक परखनली में उदासीनीकरण अभिक्रिया हो रही थी। अम्ल, जो लिटमस को लाल रंग देता है, का क्षार द्वारा उदासीनीकरण हो जाता है और जैसे ही सारे अम्ल के उदासीन होने के उपरांत क्षार का जरा सा भी अधिक्य होता है, विलयन का रंग नीला हो जाता है।

विभिन्न क्षारों, जैसे पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड (KOH), सोडियम हाइड्रॉक्साइड (NaOH) और अमोनियम हाइड्रॉक्साइड (NaOH) के तनु विलयन विभिन्न परखनलियों में लेकर उपरोक्त क्रियाकलाप को दोहराइए। प्रत्येक में बूँद-बूँद करके तनु हाइड्रॉक्साइड अम्ल डालिए। यहाँ लिटमस के रंग का परिवर्तन नीले से लाल होता है।

इन क्रियाकलापों में, अम्ल और क्षारक एक-दूसरे से अभिक्रिया करके, एक-दूसरे की लाक्षणिक विशेषताओं को नष्ट कर देते हैं। इन उदासीनीकरण अभिक्रियाओं में लवण एवम् पानी उत्पाद के रूप में बनते हैं।

उपरोक्त क्रियाकलापों में होने वाली अभिक्रियाओं को निम्नलिखित रासायनिक समीकरणों द्वारा व्यक्त किया जा सकता है:

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

हाइड्रोक्लोरिक अम्ल — सोडियम क्लोराइड (लवण)

$$HNO_3 + NaOH \rightarrow NaNO_3 + H_2O$$

नाइट्रिक अम्ल — सोडियम नाइट्रेट (लवण)

$$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

सल्फ्यूरिक अम्ल — सोडियम सल्फेट (लवण)

## 4.8 अम्लों एवम् क्षारकों के परीक्षण के लिए सूचक

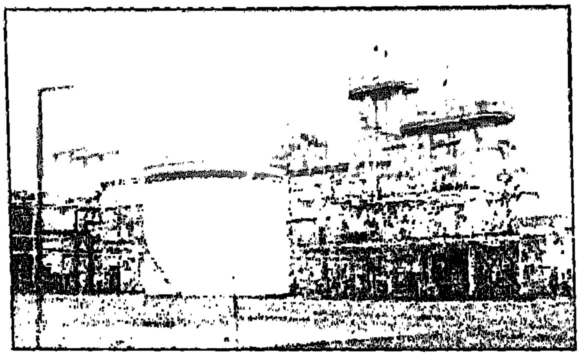
आप पढ़ चुके हैं कि लिटमस विलयन अम्लों के साथ लाल एवम् क्षारकों के साथ नीला रंग देता है। अत:, लिटमस का उपयोग यह ज्ञात करने के लिए किया जाता है कि दिया गया कोई पदार्थ अम्ल है अथवा क्षारक। **लिटमस जैसे पदार्थ, जो अम्ल एवम् क्षारक के साथ भिन्न-भिन्न रंग देते हैं, सूचक या अम्ल-क्षारक सूचक कहलाते हैं।**

**मिथाइल आरेंज** ऐसा एक अन्य पदार्थ है जो अम्लों के साथ नारंगी तथा क्षारकों के साथ पीला रंग देता है। **फीनॉलफ्थेलिन** ऐसा ही एक और पदार्थ है जिसका उपयोग अम्ल-क्षारक सूचक के रूप में किया जाता है। यह अम्ल विलयनों में रंगरहित रहता है जबकि क्षारक विलयनों में इसका रंग बदलकर गुलाबी हो जाता है। कई अन्य सूचक पदार्थ भी ज्ञात हैं। इनका उपयोग उदासीन किए जा रहे अम्ल-क्षारक विलयनों की सांद्रता पर निर्भर करता है।

## 4.9 क्षारों के उपयोग

सोडियम हाइड्रॉक्साइड तथा कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड व्यापक रूप से प्रयुक्त औद्योगिक क्षार हैं। व्यापारिक

स्तर पर सोडियम हाइड्रॉक्साइड सांद्र लवणजल से बनाया जाता है (चित्र 4.8)।



*चित्र 4.8 सोडियम हाइड्रॉक्साइड का औद्योगिक उत्पादन*

सोडियम हाइड्रॉक्साइड का उपयोग रेयॉन (कपड़े बनाने तथा रेशे को संवारने में प्रयुक्त), साबुन एवम् कागज के उत्पादन में किया जाता है। साबुन एवम् साबुन पाउडर, बड़े-बड़े कुंडों में वसा को सोडियम हाइड्रॉक्साइड के साथ उबालकर बनाए जाते हैं।

वसा + NaOH → साबुन + ग्लिसरॉल
विलयन

कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड, जिसे बुझा हुआ चूना भी कहते हैं, सबसे सस्ता औद्योगिक क्षार है। इसका उपयोग सोडियम हाइड्रॉक्साइड तथा विरंजक चूर्ण बनाने में किया जाता है। यह चूनालेप का अनिवार्य घटक है जो एक महत्वपूर्ण भवन-निर्माण सामग्री है। कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड जल में अल्पविलेय है। इसका तनु क्षार विलयन 'चूने का पानी' कहलाता है जिसका उपयोग हमारे घरों में सफेदी करने में किया जाता है। 'बुझे हुए चूने' का पानी में पतला पेस्ट 'चूने का दूध' (milk of lime) कहलाता है। यह कीट तथा नाशक जीवों को नष्ट करने के लिए उपयोग में लाया जाता है।

मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड जैसे क्षारकों का उपयोग उदर की अम्लता को उदासीन करने के लिए प्रतिअम्ल के रूप में किया जाता है। यह 'मिल्क ऑफ मैग्नीशिया (milk of magnesia)' के नाम से बेचा जाता है। आपको कदाचित याद होगा कि मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड पानी में अविलेय है।

## अम्ल-क्षार दाह!!

हम जानते हैं कि अम्ल स्वभावतः संक्षारक होते हैं। यद्यपि तनु क्षार विलयन तुलनात्मक रूप से कम हानिकारक होते हैं। सांद्र क्षार विलयन तथा ठोस दोनों रूपों में संक्षारक होते हैं। क्षार त्वचा, कपड़े, लकड़ी तथा धातुओं को प्रभावित करते हैं। नाजुक होने के कारण, आँखें तनु क्षार विलयन से भी प्रभावित होती हैं। अम्लों अथवा क्षारों का त्वचा पर प्रभाव संक्षारक अथवा दाह या जलन करने वाला हो सकता है। क्षार दाह की तुलना में अम्ल दाह, का परिणाम अधिक गंभीर होता है। इन दोनों ही प्रकार के दाहों में शरीर के प्रभावित अंगों को ठंडे जल की काफी मात्रा से कई बार धोना चाहिए। अम्ल दाह में सोडियम हाइड्रोजन कार्बोनेट (खाने का सोडा) का तनु विलयन प्रभावित अंग पर छिड़कना चाहिए। साबुन, कास्टिक सोडा (सोडियम हाइड्रॉक्साइड) एवम् कास्टिक पोटाश (पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड), उर्वरक, पेंट्स एवम् वार्निश के निर्माण जैसे अनेक औद्योगिक प्रक्रमों में अम्लों एवम् क्षारों का बहुतायत से उपयोग होता है। अतः, इन रसायनों से काम करने वाले कर्मचारियों को हाथों के दस्ताने, चश्मे तथा लंबे जूते पहनने की सलाह दी जाती है। उन्हें अम्लों एवम् क्षारों का बहुत सावधानी से रखरखाव करने की सलाह भी दी जाती है। अम्लों, कास्टिक सोडा, कास्टिक पोटाश एवम् अमोनिया से कार्य करते समय आँखों को विशेषतः सुरक्षित रखना चाहिए। अम्ल-क्षार दाह होने पर डॉक्टर की सलाह अवश्य लेनी चाहिए।

अत:, 'मिल्क ऑफ मैग्नीशिया' की बोतल को हर बार उपयोग के पूर्व हिलाना चाहिए।

सोडियम कार्बोनेट एवम् सोडियम हाइड्रोजन कार्बोनेट जैसे दुर्बल क्षार क्रमश: 'धोने का सोडा' एवम् 'खाने का सोडा' के रूप में प्रयुक्त होते हैं। अमोनिया, जो एक अन्य दुर्बल क्षार है, का उपयोग उर्वरकों, नाइट्रिक अम्ल एवम् नायलॉन (कपड़ा बनाने के लिए उपयोगी एक संश्लेषित रेशा) के निर्माण एवम् लकड़ी की लुग्दी तथा कार्बनिक रसायनों के उत्पादन में किया जाता है।

**इनके उत्तर दीजिए**

1. मैग्नीशियम के दहन से प्राप्त सफेद पदार्थ को जल में घोलने पर प्राप्त होने वाले उत्पाद का नाम लिखिए।
2. कोई विलयन लाल लिटमस कागज को नीला कर देता है। यह तथ्य उस विलयन की किस रासायनिक प्रकृति की ओर इंगित करता है?
3. उचित उदाहरण देते हुए 'क्षार' एवम् 'क्षारक' के बीच भेद कीजिए।
4. धातु ऑक्साइडों को जल में घोलने पर बनने वाले पदार्थ की रासायनिक प्रकृति किस प्रकार की होगी?
5. उदासीनीकरण अभिक्रिया क्या है? दो उदाहरण दीजिए।
6. निम्नलिखित रासायनिक समीकरणों को पूर्ण एवम् संतुलित कीजिए।
   (i) $HCl + NaOH \rightarrow$
   ___________ + ___________
   (ii) $H_2SO_4 + NaOH \rightarrow$
   ___________ + ___________
7. सूचक क्या हैं? दो अम्ल-क्षारक सूचकों के नाम लिखिए।
8. सोडियम हाइड्रॉक्साइड एवम् कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड के उपयोग लिखिए।
9. दुर्बल क्षारों के क्या उपयोग हैं?

## 4.10 लवण

आप कुछ उदासीनीकरण अभिक्रियाओं से परिचित हो चुके हैं। उदाहरणार्थ,

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

अम्ल; सोडियम हाइड्रॉक्साइड (क्षार); सोडियम क्लोराइड; जल

$$HNO_3 + NH_4OH \rightarrow NH_4NO_3 + H_2O$$

नाइट्रिक अम्ल; अमोनियम हाइड्रॉक्साइड (क्षार); अमोनियम नाइट्रेट (लवण); जल

$$H_2SO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaSO_4 + 2H_2O$$

सल्फ्यूरिक अम्ल; कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड (क्षार); कैल्सियम सल्फेट (लवण); जल

इन अभिक्रियाओं में अम्ल के हाइड्रोजन परमाणु को किसी धन आवेशित परमाणु या परमाणुओं के समूह ($NH_4$) द्वारा प्रतिस्थापित कर दिया जाता है।

उपरोक्त अभिक्रियाओं में लवणों के सूत्रों को भली-भाँति देखिए। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल ($HCl$) के हाइड्रोजन परमाणु ($H$) के स्थान पर सोडियम परमाणु रख देने से सोडियम क्लोराइड ($NaCl$) बन जाता है। इसी प्रकार, नाइट्रिक अम्ल ($HNO_3$) के हाइड्रोजन परमाणु ($H$) के स्थान पर परमाणुओं का समूह अमोनियम ($NH_4$) रख देने पर अमोनियम नाइट्रेट बनता है।

उस यौगिक को **लवण** कहते हैं जो किसी अम्ल में उसके हाइड्रोजन परमाणु के स्थान पर धातु को रखने से प्राप्त होता है। धातु के स्थान पर अमोनियम समूह ($NH_4$) भी रखा जा सकता है।

लवण हमारे दैनिक जीवन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। कुछ लवणों के रासायनिक नाम उनके प्रचलित नाम, रासायनिक सूत्र, जिनसे वे प्राप्त किए गए हैं, मूल अम्ल तथा दैनिक जीवन में उनके उपयोग सारणी 4.4 में दर्शाए गए हैं।

**सारणी 4.4**

**कुछ सामान्य लवण**

| *लवण का नाम* | *रासायनिक सूत्र* | *मूल अम्ल* | *उपयोग* |
|---|---|---|---|
| कैल्सियम कार्बोनेट (मार्बल, चूना, चाक) | $CaCO_3$ | कार्बोनेट अम्ल | मार्बल (संगमरमर) के रूप में फर्श में लगाना, चूना, सीमेंट एवम् लोहा बनाने में |
| कैल्सियम सल्फेट (जिप्सम, प्लास्टर ऑफ पेरिस) | $CaSO_4$ | सल्फ्यूरिक अम्ल | दीवारों में प्लास्टर, प्लास्टर के सांचे बनाने में |
| सोडियम कार्बोनेट (धोने का सोडा) | $Na_2CO_3$ | कार्बोनिक अम्ल | धुलाई-सफाई में, मृदुजल बनाने में, काँच के निर्माण में |
| मैग्नीशियम सल्फेट (इप्सम लवण) | $MgSO_4$ | सल्फ्यूरिक अम्ल | स्वास्थ्य लवण (Laxative) |
| कॉपर सल्फेट (नीला थोथा) | $CuSO_4$ | सल्फ्यूरिक अम्ल | फफूँदनाशक (Fungicides) |
| कैल्सियम फास्फेट | $Ca_3(PO_4)_2$ | फास्फोरिक अम्ल | उर्वरक बनाने में |
| अमोनियम क्लोराइड | $NH_4Cl$ | हाइड्रोक्लोरिक अम्ल | उर्वरक, शुष्क सेल (बैटरी) |
| अमोनियम नाइट्रेट | $NH_4NO_3$ | नाइट्रिक अम्ल | उर्वरक, विस्फोटक |
| अमोनियम सल्फेट | $(NH_4)_2 SO_4$ | सल्फ्यूरिक अम्ल | उर्वरक |

## लवणों का नामकरण

आप जानते हैं कि जब क्षारकों से प्राप्त धातु, अम्लों में उपस्थित हाइड्रोजन का स्थान लेती है तो लवण बनते हैं। अत: लवणों के नाम क्षारकों द्वारा प्रस्तुत धातुओं के नामों तथा अम्ल से प्राप्त अधातु या अधातुओं के समूह, जिन्हें 'मूलक' कहते हैं, के नाम पर आधारित होते हैं।

इस प्रकार सोडियम हाइड्रॉक्साइड से सोडियम लवण, मैग्नीशियम ऑक्साइड से मैग्नीशियम लवण, पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड से पोटैशियम लवण, कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड से कैल्सियम लवण तथा कार्बोनिक अम्ल से कार्बोनेट, हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से क्लोराइड, नाइट्रिक अम्ल से नाइट्रेट एवम् सल्फ्यूरिक अम्ल से सल्फेट प्राप्त होते हैं।

सोडियम क्लोराइड, पोटैशियम क्लोराइड, पोटैशियम नाइट्रेट, मैग्नीशियम सल्फेट, सोडियम कार्बोनेट तथा कैल्सियम कार्बोनेट कुछ उपयोगी लवणों के सामान्य उदाहरण हैं। इन लवणों में क्लोराइड, नाइट्रेट, सल्फेट तथा कार्बोनेट मूलक हैं। ये सभी लवण किसी अम्ल के क्षारक द्वारा उदासीनीकरण से बनाए जा सकते हैं। आप अम्ल-क्षारक उदासीनीकरण अभिक्रियाओं के बारे में पढ़ चुके हैं।

ऐसीटिक अम्ल जैसे कार्बनिक अम्ल भी क्षारों से अभिक्रिया करके लवण बनाते हैं। उदाहरण के लिए सोडियम ऐसीटेट एक लवण है जो ऐसीटिक अम्ल तथा सोडियम हाइड्रॉक्साइड की पारस्परिक अभिक्रिया से बनता है। साबुन भी एक प्रकार के कार्बनिक अम्लों के सोडियम लवण हैं। इन कार्बनिक

अम्लों को वसा अम्ल कहते हैं। साबुन क्षार में वसा को उबालने पर प्राप्त होते हैं। अधिकांश वनस्पति तेलों में वसा अम्ल होते हैं।

अमोनियम हाइड्रॉक्साइड एवम् अम्लों की उदासीनीकरण अभिक्रियाओं के फलस्वरूप बने लवण अमोनियम लवण कहलाते हैं। उदाहरणार्थ, अमोनियम क्लोराइड, अमोनियम नाइट्रेट, अमोनियम सल्फेट, अमोनियम कार्बोनेट एवम् अमोनियम ऐसीटेट। कुछ लवणों के रासायनिक सूत्र तथा उनके नाम सारणी 4.5 में दिए गए हैं।

**सारणी 4.5**
**कुछ लवणों के रासायनिक सूत्र एवम् नाम**

| *क्रमांक* | *रासायनिक सूत्र* | *रासायनिक नाम* |
|---|---|---|
| 1. | $MgSO_4$ | मैग्नीशियम सल्फेट |
| 2. | $CaCl_2$ | कैल्सियम क्लोराइड |
| 3. | $KNO_3$ | पोटैशियम नाइट्रेट |
| 4. | $ZnCl_2$ | ज़िंक क्लोराइड |
| 5. | $Na_2CO_3$ | सोडियम कार्बोनेट |
| 6. | $CuSO_4$ | कॉपर सल्फेट |
| 7. | $NH_4NO_3$ | अमोनियम नाइट्रेट |
| 8. | $CH_3COONa$ | सोडियम ऐसीटेट |

## 4.12 लवणों के गुण

आप दैनिक जीवन में प्रयुक्त होने वाले बहुत से लवणों से परिचित हैं। उदाहरणार्थ नमक ($NaCl$), कपड़े धोने का सोडा ($Na_2CO_3$), खाने का सोडा ($NaHCO_3$ सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट), चूना पत्थर (लाइमस्टोन, $CaCO_3$) तथा साबुन (वसा अम्लों के सोडियम लवण)। हमारे द्वारा दैनिक जीवन में प्रयुक्त की जाने वाली बहुत-सी दवाइयाँ लवणों के रूप में हैं।

हमारे दैनिक जीवन में सबसे ज्यादा प्रयुक्त होने वाला लवण सोडियम क्लोराइड ($NaCl$) है जो सामान्यत: 'नमक' कहलाता है। जब धातुएँ अथवा क्षारक, अम्लों से अभिक्रिया करते हैं, तो लवण बनते हैं।

अम्ल + धातु → लवण + हाइड्रोजन
अम्ल + क्षारक → लवण + जल

लवण एक विशेष प्रकार के यौगिक हैं।

(i) लवण अधिकांशत: उच्च गलनांक एवम् क्वथनांक वाले ठोस होते हैं।
(ii) लवण सामान्यत: जल में विलेय होते हैं।
(iii) लवणों का जलीय विलयन विद्युत् का चालक होता है।

कुछ लवणों के क्रिस्टलों (रवों) के साथ जल के कुछ अणु संलग्न रहते हैं। इन जल-अणुओं को **रवे का जल** (क्रिस्टलन जल) कहते हैं। कुछ लवणों में यह जल क्रिस्टलों को उनकी विशेष आकृति एवम् रंग प्रदान करता है। ऐसे लवण **जलयोजित** लवण कहलाते हैं।

कुछ जलयोजित लवणों के उदाहरण, उनके रासायनिक सूत्र तथा रंग, सारणी 4.6 में दिए गए हैं।

**सारणी 4.6**
**कुछ जलयोजित लवण**

| *क्रमांक* | *जलयोजित लवण का नाम* | *रासायनिक सूत्र* | *रंग* |
|---|---|---|---|
| 1. | कॉपर सल्फेट | $CuSO_4 . 5H_2O$ | नीला |
| 2. | आयरन सल्फेट | $FeSO_4 . 6H_2O$ | हरा |
| 3. | मैग्नीशियम सल्फेट | $MgSO_4 . 7H_2O$ | सफेद |
| 4. | सोडियम कार्बोनेट | $Na_2CO_3 . 10H_2O$ | सफेद |
| 5. | बेरियम क्लोराइड | $BaCl_2 . 2H_2O$ | सफेद |

गर्म करने पर, जलयोजित लवण, अपना क्रिस्टलन (रवे का) जल खो देते हैं। इसके फलस्वरूप, जलयोजित लवणों के क्रिस्टल अपनी आकृति एवम् रंग खोकर मुख्यत: चूर्णी पदार्थों में बदल जाते हैं। ऐसे

## सोडियम क्लोराइड (NaCl)

*सामान्यत: लवण शब्द का उपयोग साधारण नमक, जो सोडियम क्लोराइड है, को व्यक्त करने के लिए किया जाता है। इस लवण का उपयोग हम अपने भोजन में करते हैं। समुद्री जल में पाया जाने वाला यह मुख्य लवण है। एक किलोग्राम समुद्री जल में लगभग 30 ग्राम सोडियम क्लोराइड होता है। शताब्दियों से यह भोजन के परिरक्षण, विशेषत: आचार एवम् सूखी सब्जियों का परिरक्षण करने में उपयोग किया जाता है।*

*किंतु रसायनशास्त्र में 'लवण' शब्द का अर्थ अधिक व्यापक है। समुद्र से प्राप्त लवण में केवल सोडियम क्लोराइड ही नहीं होता है; उसमें मैग्नीशियम क्लोराइड ($MgCl_2$), कैल्सियम सल्फेट ($CaSO_4$), पोटैशियम ब्रोमाइड (KBr) एवम् कुछ अन्य लवण भी होते हैं।*

*बहुत से देशों में नमक (NaCl) एक खनिज 'राक साल्ट' से प्राप्त किया जाता है। किंतु विश्व के अनेक भागों में इसे पृथ्वी की सतह के नीचे से भी प्राप्त किया जाता है। पृथ्वी की सतह के नीचे यह करोड़ों वर्ष पूर्व आदिकालीन समुद्रों के वाष्पीकरण के फलस्वरूप बना था। ऐसे गर्म क्षेत्रों में, जहाँ समुद्र तटीय क्षेत्र समतल होते हैं, समुद्री जल उथला होता है। यहाँ सूर्य के प्रकाश में जल धीरे-धीरे वाष्पीकृत हो कर उड़ जाता है तथा समुद्री लवण के रवे क्यारियों में शेष रह जाते हैं। इन रवों (क्रिस्टलों) को फिर सतह से खुरचकर अलग कर लिया जाता है।*

*सोडियम क्लोराइड जीवन के लिए आवश्यक है तथा उद्योगों के लिए महत्वपूर्ण कच्चा पदार्थ है। जैविक क्रियाओं में बहुत से प्रकार्यों: में इसकी उपयोगिता है: यह मांसपेशियों के संकुचन के कार्य में सम्मिलित है तथा हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में बदलकर यह उदर में पाचन में सहायक होता है। जब हमें पसीना आता है तो हमारे शरीर से जल एवम् सोडियम क्लोराइड, दोनों ही बाहर आते हैं।*

*खेलकूद तथा शारीरिक व्यायाम के दौरान शरीर से अधिक नमक निकल जाने से मांसपेशियों में ऐंठन हो सकती है। शरीर से इस प्रकार होने वाली नमक की हानि की पूर्ति के लिए अब विशेष पेय उपलब्ध हैं। इन पेयों के सेवन से हम अपने शरीर में नमक, खनिजों एवम् जल का संतुलन बनाए रख सकते हैं।*

क्रिस्टल जो अपना क्रिस्टलन जल खो चुके हों, **अनार्द्र** कहलाते हैं।

जल डालने पर अनार्द्र लवण अपना रंग पुन: प्राप्त कर लेते हैं।

### क्रियाकलाप 7

चीनी मिट्टी की एक कटोरी में कॉपर सल्फेट के कुछ क्रिस्टल लेकर उनका रंग नोट कीजिए। वे नीले होते हैं। किसी मंद ज्वाला पर कटोरी को गर्म कीजिए एवम् क्रिस्टलों के रंग में परिवर्तन को नोट कीजिए। जब पूरा पदार्थ रंगरहित हो जाए तो कटोरी को गर्म करना बंद कर दीजिए।

कटोरी को ठंडा होने दीजिए या गर्म पिंड पर पानी की कुछ बूँदें डालिए। कॉपर सल्फेट का रंग नोट कीजिए। वह पुन: नीला हो जाता है।

कॉपर सल्फेट के क्रिस्टलों से जल का अलग होना निम्नलिखित रासायनिक समीकरण द्वारा व्यक्त किया जा सकता है:

$$\underset{\text{कॉपर सल्फेट}}{CuSO_4 . 5H_2O} \rightarrow \underset{\substack{\text{कॉपर सल्फेट} \\ \text{(अनार्द्र)}}}{CuSO_4} + 5H_2O$$

कुछ लवणों में वायु से जल अवशोषित कर विलयन में परिवर्तित होने की प्रवृत्ति होती है। ऐसे पदार्थ प्रस्वेद्य (पसीजने वाले) पदार्थ कहलाते हैं। इन्हें जहाँ तक संभव हो, वायुरोधी पात्रों में तथा शुष्क स्थान में भंडारित करना चाहिए।

## 4.13 लवणों के उपयोग

अब आप बहुत से ऐसे लवणों से परिचित हो चुके हैं जिनका उपयोग हम दैनिक जीवन में विभिन्न उद्देश्यों के लिए करते हैं (सारणी 4.4)।

सोडियम क्लोराइड सबसे व्यापक रूप से उपयोग किया जाने वाला लवण है। इसके कुछ महत्वपूर्ण उपयोग इस प्रकार हैं:

(i) भोज्य लवण के रूप में।

(ii) मक्खन एवम् 'चीज़' (परिष्कृत पनीर) के निर्माण में।

(iii) चर्म उद्योग में चर्म शोधन (चमड़ा कमाना) में।

(iv) 'धोने का सोडा' एवम् 'खाने का सोडा' के निर्माण में।

(v) समुद्री जल के विद्युत् अपघटन से सोडियम हाइड्रॉक्साइड बनाने में।

(vi) ठंडे देशों में बर्फ से ढकी सड़कों पर बर्फ पिघलाने के लिए नमक (राक साल्ट) छिड़का जाता है।

## 4.14 लवणों का वर्गीकरण

लवण जल में घुलकर विलयन बनाते हैं। ये विलयन अम्लीय, क्षारीय अथवा उदासीन हो सकते हैं। किसी विलयन की प्रवृत्ति लवण के प्रकार पर निर्भर करती है। हम जानते हैं कि लवण, अम्ल की क्षारक के साथ उदासीनीकरण अभिक्रिया के फलस्वरूप बनते हैं। अतः लवण की प्रकृति, अम्ल एवम् उसके उदासीनीकरण में प्रयुक्त क्षारक पर निर्भर करती है। अतः लवणों को अम्लीय, क्षारीय एवम् उदासीन लवणों में वर्गीकृत किया जाता है।

### उदासीन लवण

किसी प्रबल अम्ल के किसी प्रबल क्षार से उदासीनीकरण द्वारा **उदासीन लवण** बनते हैं। सोडियम क्लोराइड (NaCl), उदासीन लवण का एक उदाहरण है। यह हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के सोडियम हाइड्रॉक्साइड द्वारा उदासीनीकरण के फलस्वरूप बनता है।

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

सोडियम क्लोराइड का विलयन लाल अथवा नीले लिटमस के रंग को परिवर्तित नहीं करता। यह एक उदासीन लवण है। उदासीन लवणों के कुछ अन्य उदाहरण सोडियम सल्फेट ($Na_2SO_4$), सोडियम नाइट्रेट ($NaNO_3$) तथा पोटैशियम क्लोराइड (KCl) हैं।

### अम्लीय लवण

किसी प्रबल अम्ल का किसी दुर्बल क्षार से उदासीनीकरण करने पर **अम्लीय लवण** प्राप्त होते हैं। अमोनियम क्लोराइड ($NH_4Cl$) **अम्लीय लवण** का एक उदाहरण है। यह हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के अमोनियम हाइड्रॉक्साइड द्वारा उदासीनीकरण से बनता है।

$$HCl + NH_4OH \rightarrow NH_4Cl + H_2O$$

अमोनियम क्लोराइड का विलयन नीले लिटमस को लाल कर देता है। अम्लीय लवण के कुछ अन्य उदाहरण ऐलुमिनियम क्लोराइड ($AlCl_3$), तथा अमोनियम सल्फेट [$(NH_4)_2SO_4$] हैं। आप जानते हैं कि अमोनियम सल्फेट, नाइट्रोजन प्रदान करने वाला एक उपयोगी उर्वरक है। किंतु इसका आधिक्य में उपयोग मृदा को अम्लीय बना देता है। अतः, ऐसी

मृदा की अम्लता को चूना (CaO) डालकर उदासीन किया जाता है।

### क्षारीय लवण

किसी दुर्बल अम्ल को किसी प्रबल क्षार द्वारा उदासीन करने पर **क्षारीय लवण** प्राप्त होता है। सोडियम ऐसीटेट ($CH_3COONa$) क्षारीय लवण का एक उदाहरण है। यह ऐसीटिक अम्ल को सोडियम हाइड्रॉक्साइड से उदासीन करने पर प्राप्त होता है।

$$CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$$

सोडियम ऐसीटेट का विलयन लाल लिटमस को नीला कर देता है। क्षारीय लवणों के कुछ अन्य उदाहरण सोडियम कार्बोनेट ($Na_2CO_3$) तथा सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट ($Na_2HCO_3$)हैं। आप जानते हैं कि ये दोनों लवण दैनिक जीवन में बहुत उपयोगी हैं।

1. अमोनियम नाइट्रेट एवम् अमोनियम सल्फेट कैसे प्राप्त किए जाते हैं? इनके उपयोग लिखिए।
2. अनार्द्र तथा प्रस्वेदी या पसीजने वाले लवणों से आप क्या समझते हैं?
3. सोडियम क्लोराइड के उपयोग लिखिए।
4. अम्लीय लवण कैसे बनते हैं? दो उदाहरण दीजिए।
5. निम्नलिखित के रासायनिक सूत्र लिखिए : पोटैशियम हाइड्रोजनकार्बोनेट तथा पोटैशियम हाइड्रोजनसल्फेट

अम्ल, अम्ल-क्षार दाह, अम्ल-क्षारक सूचक, अम्ल-क्षारक अभिक्रियाएँ, क्षार, अनार्द्र, प्रतिअम्ल, क्षारक, लवणजल, संक्षारण, प्रस्वेदी (पसीजने वाले), बुदबुदाहट, जलयोजित लवण, हाइड्रॉक्साइड, सूचक, लिटमस, धातु, खनिज अम्ल, उदासीन, उदासीनीकरण, अधातु, कार्बनिक अम्ल, कार्बोनिक अम्ल, लवण, क्रिस्टलन जल

## सारांश

अधातुओं के ऑक्साइड मुख्यतः अम्लीय विलयन बनाते हैं तथा धातुओं के ऑक्साइड, यदि घुलनशील हों, तो, मुख्यतः क्षारीय विलयन देते हैं।

सभी अम्लों में हाइड्रोजन परमाणु होता है तथा वे जल में विलेय होते हैं।

अम्ल एवम् क्षार विलयन विद्युत् के चालक होते हैं।

अम्ल लिटमस को लाल कर देते हैं जबकि क्षार उन्हें नीला कर देते हैं।

सभी [illegible] जल में घुलनशील नहीं होते।

[illegible] जल में घुलनशील होते हैं। ये क्षार कहलाते हैं।

अम्ल, क्षारक को उदासीन करते हैं एवम् क्षारक अम्लों को। इन उदासीनीकरण अभिक्रियाओं में लवण एवम् जल बनते हैं।

अम्ल, धातुओं से अभिक्रिया करके लवण एवम् हाइड्रोजन गैस बनाते हैं। वे धातु कार्बोनेटों से भी अभिक्रिया करके लवण, जल एवम् कार्बन डाइऑक्साइड बनाते हैं।

अम्ल एवम् क्षार दुर्बल अथवा प्रबल दोनों हो सकते हैं।

अम्लों एवम् क्षारों का विलयन बनाते समय एवम् उनका उपयोग करते समय विशेष सावधानियाँ रखनी होती हैं।

लवण वे पदार्थ हैं जो अभिक्रियाओं में अम्ल की हाइड्रोजन के स्थान पर धातु को प्रतिस्थापित करने पर बनते हैं।

बहुत से लवण जल में घुलनशील हैं।

कुछ लवण प्रस्वेदी (पसीजने वाले) होते हैं। इन्हें वायुरोधी पात्रों में, जहाँ तक संभव हो, शुष्क स्थानों में भंडारित करना चाहिए।

लवणों को अम्लीय, क्षारीय तथा उदासीन, इन तीन वर्गों में वर्गीकृत किया जा सकता है।

## अभ्यास

1. शुष्क लिटमस कागज को निम्नलिखित के साथ अलग-अलग संपर्क में लाने पर उसके रंग में होने वाला परिवर्तन लिखिए :

   तनु सल्फ्यूरिक अम्ल, नमीयुक्त अमोनिया गैस, नमीयुक्त क्लोरीन गैस, तनु सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन, नींबू का रस, सिरका एवम् ऐसा जल जिसमें कुछ समय तक सल्फर डाइऑक्साइड गैस प्रवाहित की गई है।

2. (i) किसी ठोस कार्बनिक अम्ल का नाम लिखिए।

   (ii) ऐसे दो पदार्थों के नाम लिखिए जिनका हवा में दहन के कारण ऐसे उत्पाद बनते हैं जो जल में घुलकर क्षारीय विलयन देते हैं।

   (iii) नाइट्रोजन डाइऑक्साइड ($NO_2$) के जल में घुलने पर बनने वाले पदार्थ का नाम लिखिए।

   (iv) किसी ऐसे पदार्थ का नाम लिखिए जो तनु नाइट्रिक अम्ल के साथ अभिक्रिया करके, एक नाइट्रेट एवम् जल, दो ही उत्पाद बनाता है।

(v) उस पदार्थ का नाम लिखिए जो ऑक्सीजन से अभिक्रिया करके एक रंगहीन गैस बनाता है।

(vi) उस पदार्थ का नाम लिखिए जिसे तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में डालने पर हाइड्रोजन गैस निकलती है।

(vii) जब तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल को कॉपर ऑक्साइड (CuO) में डाला जाता है तो बनने वाले उत्पाद का नाम लिखिए। उसका रासायनिक सूत्र भी लिखिए।

(viii) उन अम्लों का एक-एक उदाहरण दीजिए जो नाइट्रेट, सल्फेट, कार्बोनेट, क्लोराइड एवम् ऐसीटेट बनाते हैं।

(ix) निम्नलिखित में से कौन-सा पदार्थ उदासीन होगा?
नल का जल, आसुत जल, वर्षा का जल

(x) निम्नलिखित में से कौन-से ठोस लिटमस के विलयन का रंग नीला कर देंगे?
मैग्नीशियम ऑक्साइड, कैल्सियम ऑक्साइड, लैड ऑक्साइड।

3. निम्नलिखित शब्दों/कथनों से आप क्या समझते हैं? उदाहरण दीजिए।
विलेय, प्रस्वेद, अम्लीय लवण, क्षारक, हाइड्रोजन आयन ($H^+$), हाइड्रॉक्साइड आयन ($OH^-$)।

प्रश्न क्रमांक 4 से 8 तक के प्रश्नों में प्रस्तावित सभी उत्तरों पर सत्य अथवा असत्य लिखिए।

4. कोई धातु एक अघुलनशील क्लोराइड और सल्फेट बनाती है। धातु हो सकती है:
   (i) सिल्वर
   (ii) सोडियम
   (iii) ऐलुमिनियम
   (iv) कॉपर
   (v) कैल्सियम
   (vi) पोटैशियम

5. कोई तत्व, x, एक ठोस ऑक्साइड बनाता है जो जल में घुलकर लिटमस के विलयन को नीला कर देता है। यह तत्व हो सकता है :
   (i) कैल्सियम
   (ii) कॉपर
   (iii) आयरन
   (iv) फास्फोरस
   (v) सोडियम
   (vi) ज़िंक

6. दो विलयनों के मिलाने पर एक अघुलनशील लवण बनता है। ये दो विलयन हो सकते हैं:
   (i) पोटैशियम नाइट्रेट एवम् सोडियम क्लोराइड
   (ii) सिल्वर नाइट्रेट एवम् पोटैशियम क्लोराइड
   (iii) सोडियम सल्फेट एवम् पोटैशियम सल्फेट
   (iv) कॉपर सल्फेट एवम् लैड नाइट्रेट
   (v) ज़िंक नाइट्रेट एवम् कॉपर नाइट्रेट
   (vi) लैड नाइट्रेट एवम् सोडियम क्लोराइड

7. कोई ऑक्साइड अम्लीय है तथा उसकी गंध तीखी है। वह हो सकता है:
   (i) सल्फर डाइऑक्साइड
   (ii) कार्बन डाइऑक्साइड
   (iii) सोडियम ऑक्साइड
   (iv) नाइट्रोजन डाइऑक्साइड
   (v) कॉपर ऑक्साइड

8. प्रत्येक अम्ल के आगे लिखे नाम उन लवणों के हैं जिसे वह बनाते हैं :
   (i) हाइड्रोक्लोरिक अम्ल – कार्बाइड्स
   (ii) कार्बोनिक अम्ल – कार्बोनेट्स
   (iii) नाइट्रिक अम्ल – नाइट्राइट्स
   (iv) सल्फ्यूरिक अम्ल – सल्फेट्स
   (v) ऐसीटिक अम्ल – ऐसीटेट्स

9. निम्नलिखित को व्यक्त करने के लिए रासायनिक समीकरण लिखिए:
   (i) कॉपर ऑक्साइड, गर्म तनु सल्फ्यूरिक अम्ल से अभिक्रिया करके कॉपर सल्फेट तथा जल बनाता है।
   (ii) सोडियम हाइड्रॉक्साइड की कार्बोनिक अम्ल से अभिक्रिया के फलस्वरूप सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट बनता है।
   (iii) सोडियम हाइड्रॉक्साइड की फास्फोरिक अम्ल के साथ अभिक्रिया से सोडियम फास्फेट बनता है।

10. निम्नलिखित में से प्रत्येक अम्ल में विस्थापन योग्य कितने हाइड्रोजन परमाणु उपलब्ध होते हैं?
    फॉर्मिक अम्ल, ऐसीटिक अम्ल, सल्फ्यूरस अम्ल, सल्फ्यूरिक अम्ल, हाइड्रोब्रोमिक अम्ल।

11. उचित उदाहरण देते हुए निम्नलिखित पदों में अंतर लिखिए :
    (i) अम्ल एवम् क्षार
    (ii) कार्बनिक अम्ल एवम् खनिज अम्ल
    (iii) क्षार एवम् क्षारक।

12. जब कार्बन डाइऑक्साइड गैस चूने के पानी में प्रवाहित की जाती है, तो सफेद बादल-सा दिखाई देता है :
    (i) कार्बन डाइऑक्साइड एवम् जल के बीच होने वाली अभिक्रिया के लिए रासायनिक समीकरण लिखिए।
    (ii) उक्त अभिक्रिया में बनने वाले उत्पाद का नाम एवम् सूत्र लिखिए।
    (iii) 'चूने के पानी' का रासायनिक नाम क्या है?
    (iv) 'चूने का पानी' एवम् जल + $CO_2$ से प्राप्त उत्पाद के बीच होने वाली रासायनिक अभिक्रिया के लिए समीकरण लिखिए।
    (v) इस अभिक्रिया से प्राप्त उस उत्पाद का नाम लिखिए जो सफेद बादल या धुएं के रूप में दिखाई देता है।

13. नाइट्रिक अम्ल के किसी विलयन को सोडियम हाइड्रॉक्साइड के विलयन से पूर्णत: उदासीन किया गया :
    (i) इस उदासीनीकरण अभिक्रिया के लिए समीकरण लिखिए।
    (ii) इस अभिक्रिया से प्राप्त होने वाले लवण का नाम लिखिए।

14. प्रथमोपचार के एक परचे में सुझाव दिया गया था कि चींटी के काटने पर 'खाने का सोडा' एवम् बर्र के काटने (डंक) पर, काटे गए स्थान पर सिरका (विनेगर) लगाया जाना चाहिए:
    (i) बर्र के डंक का रासायनिक पदार्थ क्या है?
    (ii) यदि घर में 'खाने का सोडा' उपलब्ध न हो तो घरों में सामान्यत: उपलब्ध अन्य किस पदार्थ से आप चींटी के काटने का उपचार करेंगे?

15. यह बताइए कि निम्नलिखित अम्ल प्रबल है अथवा दुर्बल :

    फॉर्मिक अम्ल, ऐसीटिक अम्ल, नाइट्रिक अम्ल, सल्फ्यूरिक अम्ल तथा हाइड्रोक्लोरिक अम्ल

16. निम्नलिखित शब्द समीकरणों को पूर्ण कीजिए:
    (i) ज़िंक + हाइड्रोक्लोरिक अम्ल → ________ + ________
    (ii) मैग्नीशियम कार्बोनेट + हाइड्रोक्लोरिक अम्ल → ______ + ______ + जल
    (iii) कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड + नाइट्रिक अम्ल → ________ + ________
    (iv) कार्बोनिक अम्ल + सोडियम हाइड्रॉक्साइड → ________ + ________
    (v) कैल्सियम कार्बोनेट + सल्फ्यूरिक अम्ल → ______ + ______ कार्बन डाइऑक्साइड

17. क्षारकों में निम्नलिखित गुण समान होते हैं:

(i) क्षारक, अम्ल से अभिक्रिया कर लवण बनाते हैं।

(ii) विलेय क्षारक, सूचक का रंग बदल सकते हैं।

(iii) वसा को विलेय क्षारकों के साथ उबालने पर साबुन बनता है।

(a) अम्ल-क्षारक अभिक्रिया को क्या नाम दिया गया है?

(b) विलेय क्षारकों को व्यक्त करने के लिए उन्हें क्या नाम दिया गया है?

(c) कोई विलेय क्षारक फीनॉलफ्थलीन के साथ कौन-सा रंग देता है?

(d) फुटकर बिक्री के लिए दूध के भंडारण में प्रयुक्त टैंकों को हर बार उनमें दूध भरने से पहले सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन से साफ किया जाता है। इस प्रक्रिया में निहित कारण बताइए।

18. (i) बेकिंग पाउडर, सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट तथा टार्टरिक अम्ल का मिश्रण है, केवल सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट नहीं। इसका एक कारण बताइए।

(ii) निम्न रासायनिक समीकरण को पूर्ण कीजिए :

$$2NaHCO_3 \rightarrow _____ + CO_2 + H_2O$$

19. अनेक लवण वायुमंडल से जल अवशोषित करते हैं। यह गुण कहलाता है:

(i) जलयोजन

(ii) निर्जलीकरण

(iii) प्रस्वेदन (पसीजना)

(iv) डी-स्केलिंग

20. निम्नलिखित में से किस प्रकार की दवा का उपयोग अपच के उपचार के लिए किया जाता है:

(i) प्रतिजैविक

(ii) पीड़ाहारी

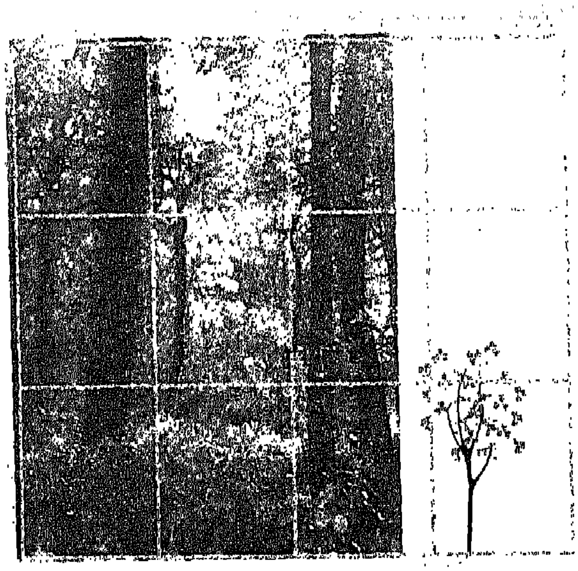
(iii) प्रतिअम्ल

(iv) प्रतिरोधी (एंटीसेप्टिक)

21. निम्नलिखित समीकरण में खाली स्थान भरिए:

वसा + ——— $\rightarrow$ साबुन + ग्लिसरॉल

22. उदासीन, अम्लीय एवम् क्षारीय लवणों में आप कैसे भेद करेंगे? इनमें से प्रत्येक प्रकार के लवण के दो उदाहरण लिखिए।



# अध्याय 5

# मापन

अपने दैनिक जीवन में मापन के महत्व से हम परिचित हैं। हम कक्षा 6 में लंबाई, द्रव्यमान, समय और ताप के SI मात्रकों के बारे में अध्ययन कर चुके हैं। लंबाई का SI मात्रक (SI unit) मीटर (m) है। द्रव्यमान का SI मात्रक किलोग्राम (kg), समय का सेकंड (s) तथा ताप का केल्विन (K) है। ताप को डिग्री सेल्सियस में भी मापा जाता है। हम मात्रकों के गुणजों तथा अपवर्तकों के विषय में भी जानते हैं। हम क्षेत्रफल तथा आयतन की संकल्पना से भी परिचित हैं। लंबाई, द्रव्यमान, समय और ताप मापने की कुछ विधियों तथा साधारण युक्तियों के बारे में भी हम अध्ययन कर चुके हैं।

पिछली कक्षा में हमने अपने अध्ययन को लंबाई तथा आयतन के प्रत्यक्ष मापन तक ही सीमित रखा था। इस अध्याय में आप लंबाई मापने की कुछ परोक्ष विधियों का अध्ययन करेंगे। आप किसी पृष्ठ (सतह) का क्षेत्रफल तथा वस्तुओं के आयतन ज्ञात करने के विषय में भी सीखेंगे। आप घनत्व तथा उसके निर्धारण का अध्ययन भी करेंगे।

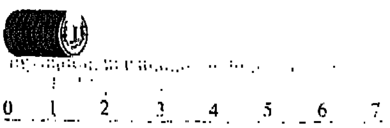
## 5.1 लंबाई मापने की परोक्ष विधियाँ

किसी वस्तु की लंबाई मापने के लिए हम प्रायः मीटर स्केल या मापक फीते का उपयोग करते हैं।

मीटर स्केल पर सेंटीमीटर तथा मिलीमीटर के चिह्न अंकित होते हैं। किसी स्केल द्वारा मापे जा सकने वाले सबसे छोटे भाग का मान उसका **अल्पतमांक** कहलाता है। अतएव, मीटर स्केल अथवा आपके ज्यामिति बॉक्स के स्केल का अल्पतमांक 1 mm है। अब, मान लीजिए आपको अपनी पुस्तक की एक शीट या किसी सिक्के की मोटाई ज्ञात करनी है। इसे किसी मीटर स्केल की सहायता से ज्ञात करने का प्रयत्न कीजिए। आप मीटर स्केल का सीधा उपयोग करके इसे यथार्थता से नहीं माप सकते। ऐसी स्थिति में आप एक समान शीटों या सिक्कों को लेकर उन्हें एक-दूसरे के ऊपर एक साथ रखें। इस प्रकार के किसी पुँज (गड्डी) की मोटाई को मीटर स्केल से आप माप सकते हैं। इस पुँज की मोटाई को सिक्कों या शीटों की संख्या से विभाजित करके आप एक सिक्के या शीट की मोटाई ज्ञात कर सकते हैं।

### *क्रियाकलाप 1*

कोई मीटर स्केल लेकर उसे किसी मेज पर सपाट रखिए। मान लीजिए आप एक रुपए के सिक्के की मोटाई ज्ञात करना चाहते हैं। एक रुपए के एकसमान सिक्कों को एक दूसरे के ऊपर रखकर एक पुँज (गड्डी) बनाइए। सिक्कों की इस गड्डी को एक हाथ से पकड़कर इसके एक सिरे को स्केल के किसी सेंटीमीटर के चिह्न पर रखिए। मान लीजिए आप 10 सिक्कों की गड्डी के एक सिरे को 1.0 cm के चिह्न पर, चित्र 5.1 की भाँति रखते हैं।




***चित्र 5.1** किसी सिक्के की मोटाई मापना*

सिक्कों की गड्डी का दूसरा सिरा मीटर स्केल के जिस चिह्न को छूता है, उसका पाठ्यांक पढ़िए। इस पाठ्यांक में से पहले पाठ्यांक को घटाइए। इस अंतर से आपको 10 सिक्कों की मोटाई ज्ञात हो जाएगी। इस मोटाई को सिक्कों की कुल संख्या से (अर्थात् 10 से) विभाजित कीजिए। इससे आपको एक सिक्के की मोटाई ज्ञात हो जाएगी। इस क्रियाकलाप को एक रुपए के 5 तथा 20 सिक्कों से दोहराइए। कौन सा मापन अधिक यथार्थ है? सिक्कों की संख्या जितनी अधिक होगी, मापन उतना ही अधिक यथार्थ होगा।

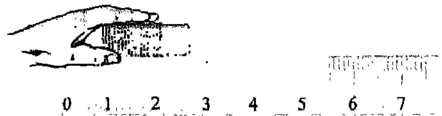
इसी प्रकार आप अपनी विज्ञान एवम् प्रौद्योगिकी की पाठ्यपुस्तक की एक शीट की मोटाई ज्ञात कर सकते हैं। इसके लिए अपनी पाठ्यपुस्तक के लगभग 80-100 शीटों (अर्थात् 160 से 200 पृष्ठों) की मोटाई मापिए।

मान लीजिए आप किसी तार की मोटाई ज्ञात करना चाहते हैं। क्या आप इसके लिए मीटर स्केल का उपयोग कर सकते हैं?

### *क्रियाकलाप 2*

तार का एक टुकड़ा लीजिए और इसे किसी गोलाकार पेंसिल पर 30 से 40 बार चित्र 5.2 की भाँति लपेटिए। ध्यान रखिए कि लपेट एक-दूसरे के साथ सटे हुए हों और उनके बीच में कोई रिक्त स्थान न हो। इस प्रकार लिपटे हुए तार को **कुंडली** कहते हैं। इस

कुंडली की लंबाई मीटर स्केल की सहायता से मापिए (चित्र 5.2)। कुंडली में लपेटों की संख्या गिनिए। कुंडली की लंबाई को लपेटों की संख्या से विभाजित कीजिए। आपको तार की मोटाई (व्यास) ज्ञात हो जाएगी।

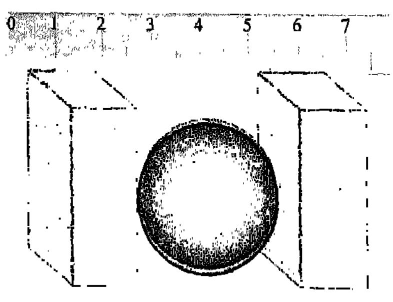



***चित्र 5.2*** *किसी तार की मोटाई मापना*

क्या हम एक मीटर स्केल की सहायता से किसी गेंद का व्यास माप सकते हैं? यह कार्य कठिन है क्योंकि गेंद गोलाकार है। इस कठिनाई को दूर करने के लिए हम लकड़ी के दो गुटकों का उपयोग कर सकते हैं।

### क्रियाकलाप 3

लकड़ी के दो गुटके तथा एक मीटर स्केल लीजिए। एक गुटके की एक छोर को स्केल के किसी सेंटीमीटर चिह्न पर रखिए (चित्र 5.3)। इस गुटके को हिलाए बगैर गेंद को चित्र 5.3 की भाँति दोनों गुटकों के बीच में रखिए। गुटकों की उन दोनों सतहों के बीच की दूरी मापिए जो गेंद को छूती हैं। आपको गेंद का व्यास ज्ञात हो जाएगा। आपने संभवत: देखा होगा कि बाल रोग विशेषज्ञ किसी शिशु की ऊँचाई मापने के लिए इस विधि का उपयोग करते हैं।




***चित्र 5.3*** *गेंद का व्यास मापना*

किसी बेलनाकार वस्तु जैसे टॉर्च के सेल का व्यास इस विधि का उपयोग करके मापा जा सकता है।

1. अपनी नोट-बुक की एक शीट की मोटाई आप कैसे मापेंगे?
2. माचिस की दो डिब्बियों तथा मीटर स्केल का उपयोग करके आप टेबल टेनिस की किसी गेंद का व्यास कैसे मापेंगे?
3. टॉर्च के एक सेल को लकड़ी के दो गुटकों के बीच में रखा गया है। टॉर्च सेल को छूने वाली दो गुटकों की सतहों का मीटर स्केल पर पाठ्यांक क्रमश: 1.0 cm तथा 4.2 cm है। सेल का व्यास ज्ञात कीजिए।
4. किसी किताब की 50 शीटों की मोटाई 5 mm है। एक शीट की मोटाई की गणना कीजिए।

## 5.2 नियमित आकृति वाली वस्तुओं की सतह का क्षेत्रफल ज्ञात करना

हम जानते हैं कि क्षेत्रफल किसी वस्तु की सतह का माप होता है। किसी कमरे के लिए कालीन खरीदते समय हमें उसकी सतह का क्षेत्रफल ज्ञात करना होता है। इसी प्रकार, किसी कमरे की दीवार पर लगाने के लिए टाइल खरीदते समय दीवार का क्षेत्रफल तथा एक टाइल के क्षेत्रफल का ज्ञान होना आवश्यक है। किसी पलंग के लिए चादर या मेज के लिए मेजपोश खरीदते समय भी हमें पलंग या मेज का क्षेत्रफल ज्ञात होना चाहिए। क्षेत्रफल का SI मात्रक वर्गमीटर है, जिसे $m^2$ लिखा जाता है। यह उस वर्ग का क्षेत्रफल है जिसकी प्रत्येक भुजा की लंबाई एक मीटर है। टाइल, पुस्तक, पोस्टकार्ड या फोटो फ्रेम जैसी छोटी साइज की वस्तुओं की सतह के क्षेत्रफल को वर्ग सेंटीमीटर ($cm^2$) में दर्शाना सुविधाजनक

है। बहुत बड़ी सतहों, जैसे किसी खेत या फार्म का क्षेत्रफल, एयर अथवा हैक्टेयर जैसे मात्रकों में दर्शाया जाता है।

क्षेत्रफल के विभिन्न मात्रकों के गुणजों तथा अपवर्तकों को सारणी 5.1 में दर्शाया गया है।

**सारणी 5.1**

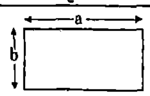
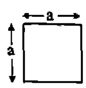
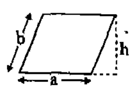
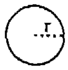
**क्षेत्रफल के मात्रकों के गुणज तथा अपवर्तक**

| | | |
|---|---|---|
| 1 $m^2$ | = | 10 000 $cm^2$ |
| 1 $cm^2$ | = | 100 $mm^2$ |
| 1 एयर | = | 100 $m^2$ |
| 1 हैक्टेयर | = | 100 are = 100m × 100 m<br>= 10 000 $m^2$ |
| 1 $km^2$ | = | 1000 m × 1000 m |
| | = | 10 00 000 $m^2$ |

हम नियमित आकार की सतह का क्षेत्रफल उसकी विमाएँ (लंबाई–चौड़ाई, आदि) माप कर

**सारणी 5.2**

**कुछ नियमित सतहों के क्षेत्रफलों की गणना**

| *आकृति* | *क्षेत्रफल के लिए सूत्र* |
|---|---|
|   आयत | लंबाई ($a$) × चौड़ाई ($b$) = $ab$ |
|   वर्ग | (भुजा)$^2$ = $a^2$ |
|   त्रिभुज | 1/2 (आधार × ऊँचाई) = $\frac{1}{2}ah$ |
|   समांतर चतुर्भुज | आधार × ऊँचाई = $ah$ |
|   वृत्त | $\pi$ (अर्धव्यास)$^2$ = $\pi r^2$ |

ज्ञात कर सकते हैं। आयतों, वर्गों तथा त्रिभुजों जैसे समतल पृष्ठों का क्षेत्रफल उनकी विमाएँ, जैसे लंबाई तथा चौड़ाई माप कर ज्ञात किया जा सकता है। इस प्रकार की सतहों का क्षेत्रफल ज्ञात करने के लिए, सतह के अनुसार, किन्हीं दो या एक विमा की माप ज्ञात होना आवश्यक है। किसी वृत्त का क्षेत्रफल उसके व्यास को माप कर ज्ञात किया जा सकता है। ऐसी कुछ सतहों के क्षेत्रफल की गणना करने के लिए सूत्र सारणी 5.2 में दिए गए हैं।

## *क्रियाकलाप 4*

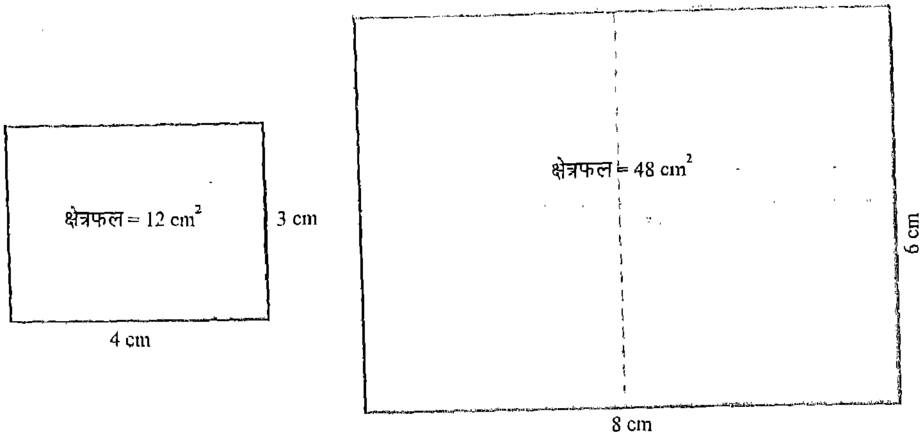
सारणी 5.3 में दी गई वस्तुओं की विमाएँ मापिए और इनके क्षेत्रफल की गणना कीजिए।

आइए, अब क्षेत्रफल के एक महत्वपूर्ण पहलू पर विचार करें। 4 cm × 3 cm भुजाओं का एक

**सारणी 5.3**

**कुछ नियमित आकृति की वस्तुओं के क्षेत्रफल की गणना**

| *क्रम संख्या* | *वस्तु* | *विमाएँ लंबाई/ चौड़ाई/ अर्धव्यास* | *क्षेत्रफल* |
|---|---|---|---|
| 1. | किसी पाठ्यपुस्तक का आवरण पृष्ठ | | |
| 2. | पोस्टकार्ड | | |
| 3. | आयताकार कक्ष (कमरे) का फर्श | | |
| 4. | कोई खिड़की | | |
| 5. | मेज/डेस्क का ऊपरी पृष्ठ | | |
| 6. | एक रुपए का सिक्का | | |
| 7. | किसी गिलास की तली | | |




*चित्र 5.4 यदि किसी नियमित आकृति की प्रत्येक भुजा की लंबाई n गुना बढ़ाई जाए तो क्षेत्रफल $n^2$ गुना बढ़ जाता है*

आयत लीजिए। इसका क्षेत्रफल 12 $cm^2$ है। यदि हम प्रत्येक भुजा की लंबाई को दो गुना कर दें तो हमें 8 cm × 6 cm भुजाओं वाला आयत प्राप्त हो जाता है (चित्र 5.4)। इस आयत का क्षेत्रफल 48 $cm^2$ है, जो प्रारंभिक आयत के क्षेत्रफल का चार गुना है।

चित्र 5.4 के अनुसार यदि किसी नियमित आकृति की प्रत्येक भुजा की लंबाई n गुना बढ़ाई जाए तो क्षेत्रफल $n^2$ गुना बढ़ जाता है।

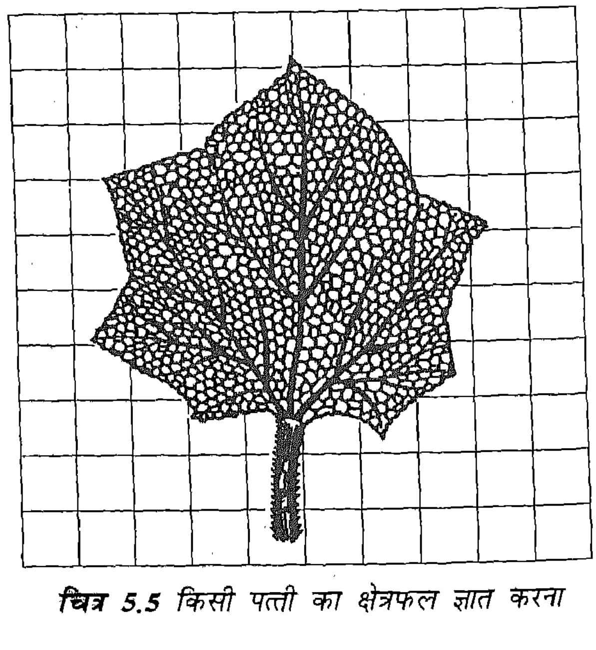
यह कथन किसी त्रिभुज या वृत्त के लिए भी लागू होता है। इस प्रकार किसी भी आकृति के लिए, यदि हम इसकी सभी विमाओं को n गुना बढ़ा दें, तो उसका क्षेत्रफल प्रारंभिक क्षेत्रफल का $n^2$ गुना बढ़ जाएगा।

## 5.3 अनियमित आकृति वाली वस्तुओं की सतह का क्षेत्रफल ज्ञात करना

कभी-कभी हमें पौधे की किसी पत्ती या अपनी हथेली जैसी अनियमित सतहों का क्षेत्रफल ज्ञात करना होता है। इस प्रकार की सतहों का क्षेत्रफल हम सारणी 5.2 में दिए गए सूत्रों या इसी प्रकार के अन्य सूत्रों द्वारा ज्ञात नहीं कर सकते। इस प्रकार की अनियमित सतहों का क्षेत्रफल ग्राफ पेपर द्वारा ज्ञात किया जा सकता है। आइए, किसी पत्ती का क्षेत्रफल ज्ञात करें।

### क्रियाकलाप 5

एक सेंटीमीटर ग्राफ पेपर लीजिए। इस ग्राफ पेपर में प्रत्येक छोटे वर्ग का क्षेत्रफल 1 $mm^2$ होता है तथा मोटी रेखाओं द्वारा घेरे गए बड़े वर्ग का क्षेत्रफल 1 $cm^2$(100 $mm^2$) होता है। पत्ती को ग्राफ पेपर पर रखकर चित्र 5.5 की भांति इसकी सीमा खींचिए। अब सीमा के अंदर



*चित्र 5.5 किसी पत्ती का क्षेत्रफल ज्ञात करना*

पूरे छोटे वर्गों को गिनिए। सीमा के अंदर के उन वर्गों को भी गिनिए जो आधे से अधिक हैं। उन वर्गों को छोड़ दीजिए जो आधे से कम हैं। क्योंकि प्रत्येक छोटे वर्ग का क्षेत्रफल 1 $mm^2$ है, इसलिए पत्ती का कुल क्षेत्रफल, उपरोक्त विधि से गिने गए वर्गों की कुल संख्या के बराबर होगा और इसके मात्रक $mm^2$ होंगे।

इस विधि द्वारा आप अपनी हथेली अथवा पैरों की तली का क्षेत्रफल भी ज्ञात कर सकते हैं। इस विधि से किसी गिलास की गोल पेंदी का क्षेत्रफल भी निकालिए तथा अपने परिणाम की जाँच सारणी 5.2 में दिए गए सूत्रों द्वारा क्षेत्रफल की गणना करके कीजिए।

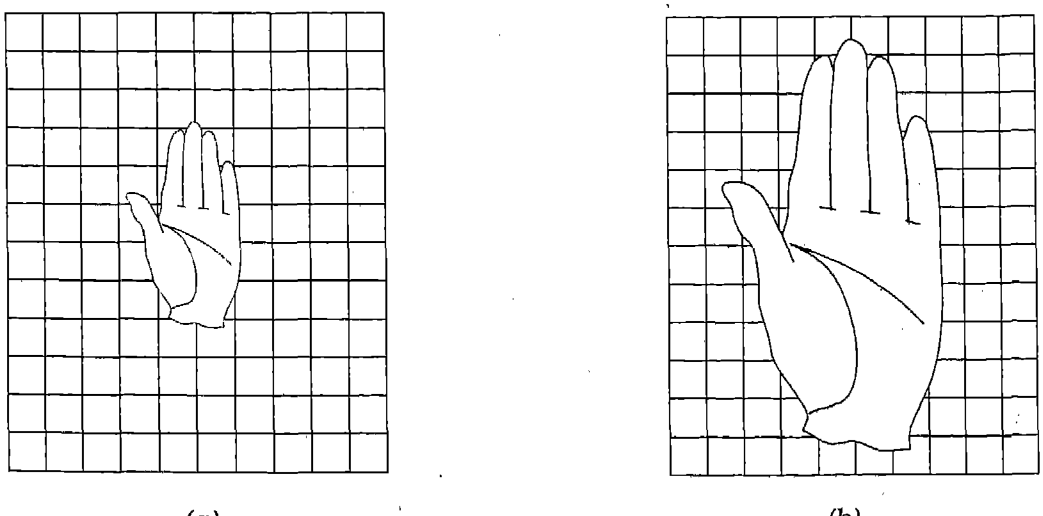
### *क्रियाकलाप 6*

चित्र 5.6 (a) में किसी बच्चे की हथेली की रूपरेखा दिखलाई गई है। उसी हथेली की रूपरेखा को चित्र 5.6 (b) में दोगुना आवर्धित करके दिखलाया गया है। दोनों आकृतियों के क्षेत्रफल ज्ञात कीजिए तथा चित्र (a) एवम् (b) के क्षेत्रफल का अनुपात ज्ञात कीजिए। अपने परिणामों की जाँच खंड 5.2 के अध्ययन में किए गए निष्कर्ष द्वारा कीजिए।

1. रेलगाड़ी के एक टिकट की लंबाई 5.7 cm तथा चौड़ाई 3.1 cm है। इसके क्षेत्रफल की गणना कीजिए।
2. किसी आयत का क्षेत्रफल 6 $cm^2$ है। यदि हम प्रत्येक भुजा की लंबाई दोगुनी कर दें, तो नई आकृति का क्षेत्रफल कितना होगा?
3. आप किसी अनियमित सतह का क्षेत्रफल कैसे ज्ञात करेंगे? एक उदाहरण देकर समझाइए।
4. किसी वर्ग का क्षेत्रफल 16 $cm^2$ है। इस क्षेत्रफल को $mm^2$ में व्यक्त कीजिए।

## 5.4 नियमित आकृति के ठोसों का आयतन ज्ञात करना

आप जानते हैं कि किसी वस्तु द्वारा घेरे गए स्थान को उसका आयतन कहते हैं। आयतन का SI मात्रक घन मीटर है, जिसे $m^3$ लिखा जाता है। यह उस घनाभ का आयतन है जिसकी प्रत्येक भुजा की



(a) (b)

*चित्र 5.6 (a) तथा (b) दोगुना आवर्धित की गई आकृति के क्षेत्रफल की तुलना प्रारंभिक क्षेत्रफल से करना*

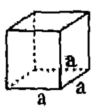
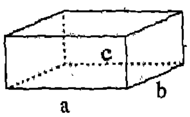
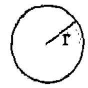
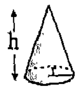
लंबाई एक मीटर है। छोटी वस्तुओं के आयतन को घन डेसीमीटर ($dm^3$) अथवा घन सेंटीमीटर ($cm^3$) में सुविधानुसार व्यक्त किया जाता है। द्रवों के आयतन को लीटर (L) में व्यक्त किया जाता है। लीटर का एक सामान्य अपवर्तक मिलीलीटर (mL) है।

**सारणी 5.4**
**आयतन के मात्रक के अपवर्तक**

| | | |
|---|---|---|
| 1 $m^3$ | = | 1000 $dm^3$ |
| 1 $dm^3$ | = | 1000 $cm^3$ |
| 1 $cm^3$ | = | 1000 $mm^3$ |
| 1 L | = | 1000 mL |
| 1 mL | = | 1 $cm^3$ |

नियमित ठोसों, जैसे घन, घनाभ, बेलन अथवा गोले का आयतन उनकी विमाएँ माप कर ज्ञात किया जा सकता है। नियमित आकृति के कुछ ठोसों के आयतन की गणना करने के लिए सूत्र सारणी 5.5 में दिए गए हैं।

**सारणी 5.5**
**कुछ नियमित आकृति के ठोसों के आयतन**

| *क्रम संख्या* | *ठोस* | *आयतन के लिए सूत्र* |
|---|---|---|
| 1. |   घन | (भुजा)$^3$ = $a^3$ |
| 2. |   घनाभ | लंबाई × चौड़ाई × ऊँचाई = $abc$ |
| 3. |   बेलन | $\pi \times$ (अर्धव्यास)$^2 \times$ ऊँचाई = $\pi r^2 h$ |
| 4. |   गोला | $\frac{4}{3}\pi$ (अर्धव्यास)$^3$ = $\frac{4}{3}\pi r^3$ |
| 5. |   शंकु | $\frac{1}{3}\pi$ (अर्धव्यास)$^2 \times$ ऊँचाई $= \frac{1}{3}\pi r^2 h$ |

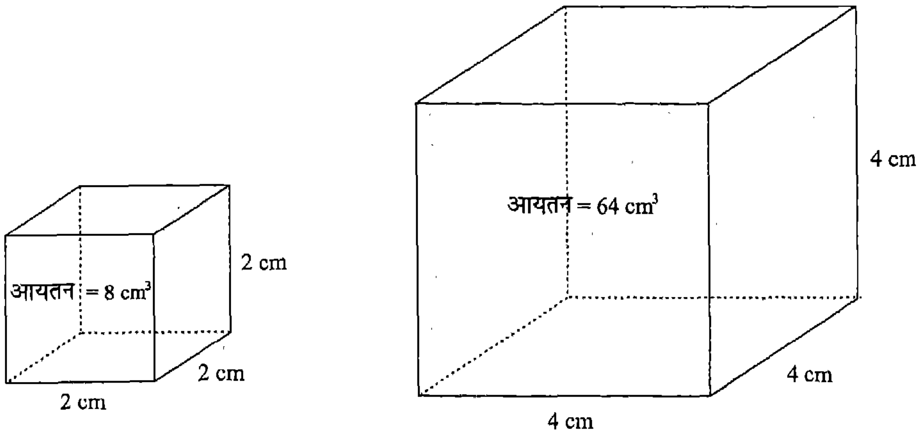
## क्रियाकलाप 7

सारणी 5.6 में दी गई वस्तुओं के आयतन की गणना कीजिए। अपने प्रेक्षणों को अपनी कापी में लिखिए।

**सारणी 5.6**
**नियमित ठोसों के आयतन की गणना**

| *क्रम संख्या* | *वस्तुएँ* | *विमाएँ लंबाई/चौड़ाई/ ऊँचाई/त्रिज्या (अर्धव्यास)* | *आयतन* |
|---|---|---|---|
| 1. | माचिस की डिब्बी | | |
| 2. | टेनिस की गेंद | | |
| 3. | टॉर्च का सेल | | |
| 4. | सोफ्टी का शंकु | | |
| 5. | पाशक (dice) | | |
| 6. | एक रुपए का सिक्का | | |

आइए, अब 2cm भुजा वाले किसी घन पर विचार करें। इसका आयतन 8 $cm^3$ होगा। यदि हम घन की प्रत्येक भुजा की लंबाई को दोगुना कर दें, तो इसका आयतन 64 $cm^3$ हो जाएगा (चित्र 5.7)। यह आयतन प्रारंभिक घन के आयतन का 8 गुना ($2^3$ गुना) है।




*चित्र 5.7 जब किसी नियमित ठोस की प्रत्येक भुजा को n गुना बढ़ाया जाता है तो उसका आयतन $n^3$ गुना बढ़ जाता है*

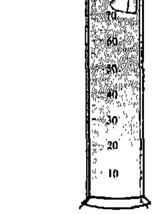
यह कथन गोलों, बेलनों, शंकुओं तथा अन्य ठोसों के लिए भी सत्य है। यदि किसी ठोस वस्तु की सभी विमाओं को n गुना बढ़ा दें, तो उसका आयतन $n^3$ गुना बढ़ जाएगा।

## 5.5 किसी अनियमित आकृति के ठोस का आयतन ज्ञात करना

अनियमित आकृति के किसी ठोस का आयतन किसी भी गणितीय सूत्र द्वारा ज्ञात नहीं किया जा सकता। इस प्रकार की ठोस वस्तु का आयतन एक मापक सिलिंडर की सहायता से ज्ञात किया जा सकता है। मापक सिलिंडर की सहायता से द्रवों का आयतन ज्ञात करने के बारे में हम पहले ही अध्ययन कर चुके हैं। आइए, देखें कि मापक सिलिंडर का उपयोग करके किसी ठोस वस्तु का आयतन किस प्रकार माप सकते हैं।

### *क्रियाकलाप 8*

एक मापक सिलिंडर में कुछ जल भरिए। सिलिंडर में जल के तल के पाठ्यांक को पढ़िए। अब अनियमित वस्तु को एक धागे से बाँधिए और इसे चित्र 5.8 की भाँति पूरी तरह सिलिंडर में डुबोइए। आप देखेंगे कि मापक सिलिंडर में जल का तल ऊपर उठ गया है। सिलिंडर में जल के नए पाठयांक को नोट कीजिए। मापक सिलिंडर में जल के तल में हुई वृद्धि, अनियमित वस्तु के आयतन के बराबर है।




*चित्र 5.8 अनियमित वस्तु का आयतन ज्ञात करने के लिए मापक सिलिंडर का उपयोग*

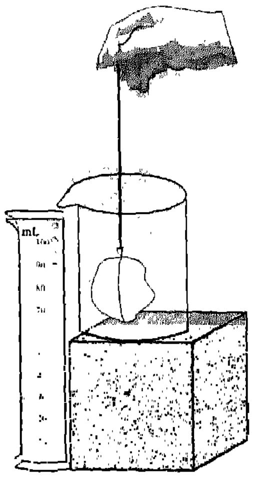
इस विधि के द्वारा आप उन अनियमित ठोस वस्तुओं का आयतन ज्ञात कर सकते हैं जो जल में डूब जाती हैं परंतु उसमें घुलती नहीं हैं।

इस विधि का उपयोग आप नियमित ठोसों का आयतन मापने के लिए भी कर सकते हैं।

यदि कोई वस्तु आकार में बड़ी है और मापक सिलिंडर के अंदर नहीं जा सकती, तो इसका आयतन आप्लाव बर्तन का उपयोग करके ज्ञात किया जा सकता है।

### क्रियाकलाप 9

एक आप्लाव बर्तन को ऊपर तक जल से भरिए। अतिरिक्त जल को टोंटी से बाहर बहने दीजिए। टोंटी के नीचे एक मापक सिलिंडर रखिए। अब उस वस्तु को, जिसका आपको आयतन ज्ञात करना है, बर्तन के जल में डुबोइए (चित्र 5.9)। बर्तन में से कुछ जल बाहर निकलता है और मापक सिलिंडर में एकत्रित हो जाता है। बाहर निकलने वाले जल का आयतन वस्तु के आयतन के बराबर है। इस आयतन को माप कर हम ठोस वस्तु का आयतन ज्ञात कर सकते हैं।



*चित्र 5.9 आप्लाव बर्तन का उपयोग करके किसी ठोस का आयतन मापना*

**इन्हें उत्तर दीजिए**

1. एक घनाभ की लंबाई, चौड़ाई तथा ऊँचाई क्रमशः 10 cm, 6 cm और 4 cm हैं। इसके आयतन की गणना कीजिए।
2. एक घनाभ का आयतन 6 $cm^3$ है। यदि इसकी प्रत्येक भुजा की लंबाई दो गुनी कर दी जाए तो नए घनाभ का आयतन ज्ञात कीजिए।
3. आप पत्थर के एक बड़े टुकड़े का आयतन किस प्रकार ज्ञात करेंगे जो मापक सिलिंडर में अंदर नहीं जा सकता।
4. मापक सिलिंडर का उपयोग करके आप धातु के किसी छोटे नट का आयतन किस प्रकार ज्ञात करेंगे?

## 5.6 यथार्थ मापन की आवश्यकता

विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी के युग में परिशुद्ध तथा यथार्थ मापन की आवश्यकता एवम् महत्व को हम नकार नहीं सकते। इंजीनियरिंग तथा वैज्ञानिक कार्यों में हमें परिशुद्ध एवम् यथार्थ मापन की आवश्यकता होती है। वैज्ञानिकों तथा औषधि निर्माताओं को रसायनों या औषधियों के द्रव्यमान को यथार्थता से मापने की आवश्यकता होती है। कंप्यूटरों, टेलीफोन पद्धति, विद्युत् संयंत्रों, अंतरिक्ष अनुसंधान के लिए रॉकेट, आटोमोबाइल उद्योग तथा जल एकत्र करने वाले बाँधों को बनाने तथा उचित रूप से चलाने के लिए हमें विभिन्न घटकों के साइज के बारे में परिशुद्ध एवम् यथार्थ सूचना प्राप्त करना आवश्यक होता है। वर्तमान युग में प्रौद्योगिकी का विकास मुख्य रूप से मशीनों तथा अन्य वस्तुओं के विभिन्न भागों के साइज की परिशुद्धता तथा यथार्थता से मापन पर आधारित है। किसी भवन में दरवाजे तथा खिड़कियों को बनाने में भी यथार्थ मापन की आवश्यकता होती है।

आजकल, किसी मशीन के विभिन्न पुर्जों का उत्पादन अलग-अलग स्थानों पर किया जाता है।

यदि इन पुर्जों को बनाते समय मापन यथार्थता से न किया जाए तो इन पुर्जों को मशीन में ठीक प्रकार से फिट नहीं किया जा सकता।

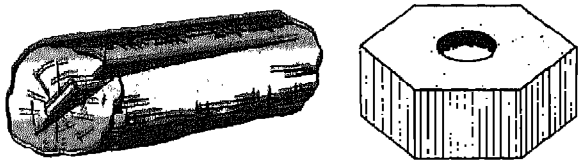
मापन में यथार्थता मापक युक्तियों के ऊपर निर्भर करती है। मापन करते समय हम प्राय: ऐसी युक्तियों का उपयोग करते है जो हमें वांछित यथार्थता प्रदान कर सकें। उदाहरण के लिए, यदि हम किसी तार की लंबाई मापना चाहते हैं तो हम एक साधारण मीटर स्केल उपयोग में ला सकते हैं। लेकिन उसी तार के व्यास को यथार्थता से मापने के लिए हमें माइक्रोमीटर स्क्रूगेज जैसे विशेष युक्ति का उपयोग करना होगा। अधिक लंबी दूरियों को मापने के लिए विशेष प्रकार की तकनीकी का उपयोग किया जाता है। आप इन युक्तियों के बारे में उच्च कक्षाओं में अध्ययन करेंगे।

**इनके उत्तर दीजिए**

1. किन्हीं तीन कार्यों के नाम बताइए जिनमें यथार्थ मापन आवश्यक है।
2. विभिन्न स्थानों पर बनाए जाने वाले किसी मशीन के विभिन्न पुर्जों की माप बिलकुल एक-सी होनी क्यों आवश्यक है?

## 5.7 घनत्व

हम प्राय: कहते हैं कि लोहा लकड़ी से भारी है या पानी, सरसों के तेल से भारी है। लेकिन इस प्रकार के प्रकथन को कहते समय हमें कुछ सावधानी अवश्य रखनी चाहिए। जब हम कहते हैं कि लोहा, लकड़ी से भारी होता है तो हमारे मस्तिष्क में एक विशेष अर्थ होता है। उदाहरण के लिए, लकड़ी का कोई लट्ठा और लोहे से बना हुआ 1 kg का बाट लीजिए (चित्र 5.10)। लकड़ी के लट्ठे का द्रव्यमान 5 kg हो सकता है और इस प्रकार यह लोहे के बाट से भारी है, यद्यपि लकड़ी के लट्ठे का आयतन लोहे के बाट से बहुत अधिक है।

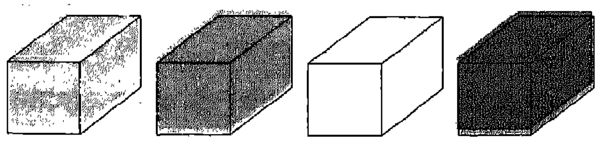



*चित्र 5.10 लकड़ी का लट्ठा लोहे के बाट से अधिक भारी है*

विभिन्न पदार्थों के भारीपन की तुलना करते समय हमें उनके समान आयतन लेने चाहिए। यदि हम लोहे तथा लकड़ी के समान आयतन के अलग-अलग घन लें तो हम देखेंगे कि लोहे के घन का द्रव्यमान अधिक है। अर्थात्, लोहे से बना हुआ घन, समान आयतन के लकड़ी से बने घन से अधिक भारी है।

### क्रियाकलाप 10

विभिन्न पदार्थों से बने हुए समान आयतन के चार अलग-अलग गुटके (ब्लाक) लीजिए। मान लीजिए ये गुटके क्रमश: लोहा, लेड (सीसा), ऐलुमिनियम तथा लकड़ी के बने हुए हैं (चित्र 5.11)।




*चित्र 5.11 समान आयतन के विभिन्न पदार्थों के गुटके*

अपने हाथ में लेकर अथवा किसी दंड तुला की सहायता से इन गुटकों के द्रव्यमानों की तुलना

कीजिए। आप देखेंगे कि उनके द्रव्यमान अलग-अलग हैं। उन्हें उनके द्रव्यमान के बढ़ते हुए अथवा घटते हुए क्रम में व्यवस्थित कीजिए। आप देखेंगे कि लेड के गुटके का द्रव्यमान सबसे अधिक है, जबकि लकड़ी के गुटके का द्रव्यमान सबसे कम है। लोहे के गुटके का द्रव्यमान ऐलुमिनियम तथा लकड़ी के गुटकों से अधिक है।

हम कहते हैं कि लोहा, ऐलुमिनियम तथा लकड़ी से घना है, जबकि लेड (सीसा) इन तीनों पदार्थों से अधिक घना है। ऐलुमिनियम लकड़ी से घना है। इसे हम इस प्रकार भी व्यक्त कर सकते हैं कि लेड का घनत्व, लोहा, ऐलुमिनियम या लकड़ी से अधिक है। इसी प्रकार, लोहे का घनत्व, ऐलुमिनियम या लकड़ी से अधिक है।

जब हम कहते हैं कि लोहा, लकड़ी से भारी होता है तो हमारा क्या अभिप्राय होता है। इससे हमें पता चलता है कि लोहे का घनत्व, लकड़ी के घनत्व से अधिक है। इसका अर्थ है कि 1 cc लोहे का द्रव्यमान, 1 cc लकड़ी के द्रव्यमान से अधिक है। हम जानते हैं कि, किसी वस्तु का द्रव्यमान उसमें उपस्थित पदार्थ की मात्रा का माप है। इसलिए हम कह सकते हैं कि 1 cc लोहे में पदार्थ की मात्रा, 1 cc लकड़ी में पदार्थ की मात्रा से अधिक है। इस कथन को हम इस प्रकार भी व्यक्त कर सकते हैं कि, लकड़ी की अपेक्षा लोहे में पदार्थ अधिक सघनता से संकुलित है।

घनत्व क्या है? किसी पदार्थ के इकाई आयतन के द्रव्यमान को उस पदार्थ का घनत्व कहते हैं। यदि $V$ आयतन की किसी वस्तु का द्रव्यमान $M$ है, तब ज़िस पदार्थ से वस्तु बनी है उसके घनत्व '$\rho$' [ग्रीक अक्षर जिसका उच्चारण रो (rho) है] को निम्न प्रकार से व्यक्त कर सकते हैं।

$$\text{घनत्व} = \frac{\text{द्रव्यमान}}{\text{आयतन}}$$

अथवा $$\rho = \frac{M}{V}$$

$\rho$ किसी पदार्थ के घनत्व को प्रदर्शित करने के लिए प्रतीक है। घनत्व का SI मात्रक किलोग्राम प्रति घन मीटर ($kg/m^3$) है। कभी-कभी हम घनत्व के एक अन्य मात्रक $g/cm^3 = (10^{-3} kg/m^3)$ को भी उपयोग में लाते हैं। एक घनमीटर जल का द्रव्यमान 1000 किलोग्राम होता है। इसलिए, जल के घनत्व को $1000\ kg/m^3$ भी लिखा जा सकता है। इस घनत्व को $g/cm^3$ में व्यक्त करने के लिए हमें 1cc या 1 mL जल का द्रव्यमान लेना होगा जो 1 ग्राम होता है। इसलिए, जल के घनत्व को $1\ g/cm^3$ भी लिखा जा सकता है।

विभिन्न द्रवों का घनत्व भी भिन्न-भिन्न होता है।

## *क्रियाकलाप 11*

एक जैसी तीन बोतलें लीजिए जिनके आयतन समान हों। इन्हें क्रमशः जल, किरोसिन (मिट्टी का तेल) तथा ग्लिसरीन से भरिए। एक दंड तुला की सहायता से इनके द्रव्यमान ज्ञात कीजिए। आप देखेंगे कि इनके द्रव्यमान भिन्न-भिन्न हैं। जिस बोतल में ग्लिसरीन है, उसका द्रव्यमान अधिकतम है, जबकि किरोसिन वाली बोतल का द्रव्यमान न्यूनतम है। क्योंकि तीनों बोतलों का आयतन समान है, इसलिए हम कह सकते हैं कि इन द्रवों में ग्लिसरीन का घनत्व अधिकतम है तथा किरोसिन का घनत्व न्यूनतम है।

इस क्रियाकलाप को विभिन्न द्रवों, जैसे दूध, पाक तेल एवम् जल के समान आयतन के पॉलिपैक लेकर भी किया जा सकता है। इसके लिए इन द्रवों

को पॉलिपैक से बाहर निकालने की आवश्यकता नहीं है। किसी पदार्थ का घनत्व उसका अभिलक्षणिक गुण है। कुछ सामान्य पदार्थों के घनत्व सारणी 5.7 में दिए गए हैं।

**सारणी 5.7**
**कुछ सामान्य पदार्थों के घनत्व**

| *पदार्थ* | *घनत्व (kg/m$^3$ में)* |
|---|---|
| सोना | $19.3 \times 10^3$ |
| लेड (सीसा) | $11.3 \times 10^3$ |
| चाँदी | $10.5 \times 10^3$ |
| तांबा | $8.9 \times 10^3$ |
| लोहा (ढलवां) | $7.6 \times 10^3$ |
| ऐलुमिनियम | $2.74 \times 10^3$ |
| काँच (मृदु) | $2.6 \times 10^3$ |
| लकड़ी [(बांज)] | $(0.7 - 0.9) \times 10^3$ |
| पारा | $13.6 \times 10^3$ |
| ग्लिसरीन | $1.3 \times 10^3$ |
| जल | $1.0 \times 10^3$ |
| बर्फ | $0.92 \times 10^3$ |
| किरोसिन (मिट्टी का तेल) | $0.8 \times 10^3$ |

## 5.8 घनत्व-निर्धारण

हमें ज्ञात है कि घनत्व $= \frac{\text{द्रव्यमान}}{\text{आयतन}}$

इसलिए, किसी पदार्थ का घनत्व ज्ञात करने के लिए हमें उसका द्रव्यमान तथा आयतन ज्ञात करना होगा। द्रव्यमान को दंड तुला अथवा भौतिक तुला की सहायता से ज्ञात किया जा सकता है। आयतन ज्ञात करने की विधियाँ हम पहले ही सीख चुके हैं। इनमें से किसी एक विधि का उपयोग करके हम आयतन ज्ञात कर सकते हैं। किसी पदार्थ का द्रव्यमान तथा आयतन ज्ञात होने पर हम उसके घनत्व की गणना निम्नलिखित सूत्र की सहायता से कर सकते हैं।

$$\rho = M/V$$

यदि किसी वस्तु के पदार्थ का घनत्व ज्ञात हो तो उपरोक्त व्यंजक का पुनर्विन्यास करके उस वस्तु का आयतन अथवा द्रव्यमान ज्ञात किया जा सकता है।

$$V = M/\rho$$

$$\text{आयतन} = \frac{\text{द्रव्यमान}}{\text{आयतन}}$$

अथवा $$M = V \times \rho$$

$$\text{द्रव्यमान} = \text{आयतन} \times \text{घनत्व}$$

**इन्हें उत्तर दीजिए**

1. 'लोहा, लकड़ी से भारी होता है', इस कथन का क्या अभिप्राय है?
2. घनत्व से क्या अभिप्राय है?
3. घनत्व का SI मात्रक बताइए।
4. आप किस प्रकार दर्शाएँगे कि विभिन्न द्रवों के समान आयतन का द्रव्यमान भिन्न-भिन्न होता है?

**प्रमुख शब्द**

क्षेत्रफल, कुंडली, घनत्व, अनियमित सतह, अल्पतमांक, माइक्रोमीटर स्क्रूगेज, गुणज, अपवर्तक, आप्लाव बर्तन, पुँज, नियमित सतह, आयतन।

## सारांश

वस्तुओं की अल्प मोटाईयाँ मापने के लिए परोक्ष विधियाँ उपयोग की जाती हैं।

किसी आयताकार सतह का क्षेत्रफल उसकी लंबाई तथा चौड़ाई को गुणा करके ज्ञात किया जाता है।

नियमित आकृति वाली वस्तुओं की सतह के क्षेत्रफल की गणना उसकी आवश्यक विमाएँ माप कर तथा उचित सूत्र का उपयोग करके की जा सकती हैं।

अनियमित आकृति वाली वस्तुओं की सतहों का क्षेत्रफल ग्राफ पेपर द्वारा ज्ञात किया जा सकता है।

नियमित आकृति के ठोसों का आयतन उसकी आवश्यक विमाएँ माप कर तथा उचित सूत्र का उपयोग करके ज्ञात किया जा सकता है।

ठोसों का आयतन मापक सिलिंडर की सहायता से ज्ञात किया जा सकता है।

बड़े आकार वाली ठोस वस्तुओं का आयतन आप्लाव बर्तन का उपयोग करके ज्ञात किया जा सकता है।

मापन की यथार्थता उपयोग की गई मापक युक्ति पर निर्भर है।

किसी पदार्थ के इकाई आयतन के द्रव्यमान को उसका घनत्व कहते हैं। किसी पदार्थ के लिए इसका मान निश्चित होता है।

घनत्व का SI मात्रक $kg/m^3$ है।

किसी पदार्थ के घनत्व का निर्धारण उसके द्रव्यमान तथा आयतन को ज्ञात करके किया जाता है।

## अभ्यास

**प्रश्न संख्या 1 से 4 में सही उत्तर का चयन कीजिए।**

1. एक आयताकार सतह का क्षेत्रफल 12 $cm^2$ है। यदि हम इसकी सभी भुजाओं की लंबाई तीन गुना कर दें तो नई सतह का क्षेत्रफल होगा :
   (i) 36 $cm^2$
   (ii) 72 $cm^2$
   (iii) 108 $cm^2$
   (iv) 324 $cm^2$

2. यदि किसी गोले का अर्धव्यास (त्रिज्या) $r$ हो तो उसके आयतन की गणना करने के लिए सूत्र होगा

(i) $4\pi r^3$

(ii) $\frac{4}{3}\pi r^3$

(iii) $\frac{4}{3}\pi r^2$

(iv) $4\pi r^2$

3. निम्नलिखित में से कौन-सा व्यंजक किसी वस्तु के घनत्व की गणना करने के लिए उपयोग किया जा सकता है?

(i) द्रव्यमान/आयतन

(ii) द्रव्यमान × आयतन

(iii) आयतन/द्रव्यमान

(iv) द्रव्यमान/क्षेत्रफल

4. घनत्व का SI मात्रक है :

(i) $kg/cm^3$

(ii) $kg/m^2$

(iii) $kg^2/cm^3$

(iv) $kg/m^3$

5. निम्नलिखित में प्रत्येक में कौन-सा पदार्थ अधिक सघन है?

(i) लेड या लोहा

(ii) चाँदी या सोना

(iii) पानी या बर्फ

(iv) पानी या किरोसिन

6. किसी कमरे की लंबाई, चौड़ाई तथा ऊँचाई क्रमश: 5m, 4m तथा 3 m हैं। कमरे में कितनी वायु परिबद्ध (बंद) है? अपने उत्तर को घन मीटर में व्यक्त कीजिए।

7. आप किसी अंडे का आयतन कैसे ज्ञात करेंगें।

8. दीवार पर लगाने के लिए पत्ते की आकृति की किसी छोटी अलंकरण वस्तु का क्षेत्रफल ज्ञात करने की विधि का वर्णन कीजिए।

9. किसी आयताकार सतह का क्षेत्रफल 8 $cm^2$ है। यदि हम इसकी सभी भुजाओं की लंबाई पांच गुना कर दें तो नई सतह का क्षेत्रफल कितना होगा?

10. किसी घन का आयतन 1 $cm^3$ है। यदि इसकी प्रत्येक भुजा की लंबाई चार गुना बढ़ा दी जाए तो नए घन का आयतन कितना होगा?

11. एक मीटर स्केल का उपयोग करके आप किसी धागे की लंबाई कैसे ज्ञात करेंगे?

12. 'लोहा, लकड़ी से भारी होता है' कथन की अपेक्षा, 'लोहा, लकड़ी से सघन है' कथन क्यों अधिक उचित है?

13. लोहे की एक ठोस छड़ की लंबाई 1m तथा उसका व्यास 14 cm है। छड़ के आयतन की गणना कीजिए।

14. कोई ईंट 20 cm लंबी, 10 cm चौड़ी तथा 5 cm मोटी है। यदि ईंट का द्रव्यमान 2 kg हो तो उसका घनत्व कितना होगा?

15. प्रश्न संख्या 14 में, यदि ईंट लोहे की बनी हो तथा उसका घनत्व $7.6 \times 10^3$ kg / $m^3$ हो तो ईंट का द्रव्यमान कितना होगा?

16. मार्बल के एक नमूने का घनत्व $2.7\times10^3$ kg/$m^3$ है। इस नमूने के 3 $m^3$ का द्रव्यमान कितना होगा?

17. 3 $m^3$ रेत के ढेर का द्रव्यमान 4800 kg है। रेत का घनत्व कितना है?

18. किसी कमरे की लंबाई, चौड़ाई तथा ऊँचाई क्रमशः 6 m, 5 m तथा 3 m हैं। यदि कमरे में विद्यमान वायु का घनत्व 1.2 kg/$m^3$ हो तो इस कमरे में विद्यमान वायु का द्रव्यमान ज्ञात कीजिए।

19. प्लैस्टिसीन के विभिन्न आमापों के दो अनियमित आकार के टुकड़े हैं। इनमें से एक टुकड़े में लेड का एक टुकड़ा छिपा हुआ है। एक विधि सुझाइए जिससे प्लैस्टिसीन को तोड़े बिना यह ज्ञात हो सके कि किस टुकड़े में लेड का टुकड़ा छिपा हुआ है।

20. निम्नलिखित कथनों में सही कथन पर 'T' तथा गलत कथन पर 'F' का चिह्न लगाइए:
    (i) किसी आयत का क्षेत्रफल उसकी लंबाई तथा चौड़ाई को गुणा करके ज्ञात किया जाता है।
    (ii) नियमित ठोसों का आयतन, मापक सिलिंडर का उपयोग करके ज्ञात नहीं किया जा सकता।
    (iii) घनत्व का SI मात्रक kg × $m^3$ है।
    (iv) यदि किसी नियमित ठोस की प्रत्येक भुजा की लंबाई को n गुना बढ़ाया जाए तो इसका आयतन $n^3$ गुना बढ़ जाता है।

(v) किसी पदार्थ का घनत्व उसके द्रव्यमान तथा आयतन का गुणनफल है।

(vi) सोने में लोहे की अपेक्षा पदार्थ अधिक सघनता से संकुलित है।

**संख्यात्मक तथा कठिन प्रश्नों के उत्तर**

1. (iii)    2. (ii)    3. (i)

4. (iv)    6. 60 $m^3$    9. 200 $cm^2$

10. 64 $cm^3$    13. 15 400 $cm^3$

14. $2\times 10^3$ kg/$m^3$

15. 7.6 kg

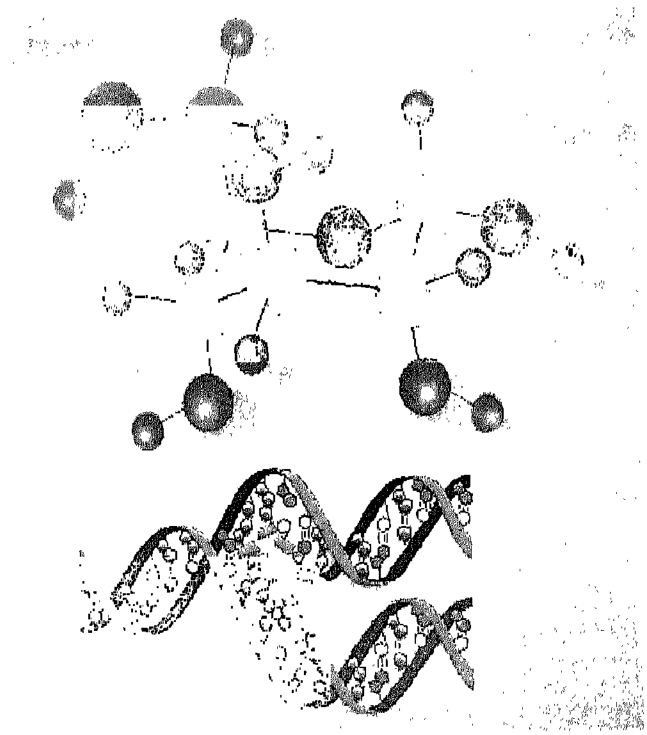
16. $8.1 \times 10^3$ kg

17. 1600 kg/$m^3$

18. 108.0 kg

20. (i) T    (ii) F    (iii) F

(iv) T    (v) F    (vi) T



अध्याय 6

# सजीव जगत में संगठन

आप जानते हैं कि पृथ्वी पर पौधों और प्राणियों की विभिन्न किस्में पाई जाती हैं। जीवाणु तथा विषाणु जैसे अनेक सूक्ष्मजीव भी हैं जो हमें नग्न आँखों से दिखाई नहीं देते। आप पढ़ चुके हैं कि सजीवों के कुछ विशिष्ट लक्षण हैं जो उन्हें निर्जीवों से अलग करते हैं। पोषण, श्वसन, गति, वृद्धि तथा जनन कुछ ऐसे विशिष्ट लक्षण हैं जिनके कारण सजीवों की अलग पहचान है। सजीव में बाह्य एवम् आंतरिक उद्दीपन के प्रति अनुक्रिया भी दृष्टिगोचर होती है। यह लक्षण जीवों को उनके भौतिक वातावरण में होने वाले परिवर्तनों के प्रति अनुकूल बनाने में सहायक हैं। अपने अस्तित्व को बनाए रखने के लिए सभी सजीव एक-दूसरे को अनेक प्रकार से प्रभावित करते हैं।

सजीव विभिन्न जैव क्रियाओं को संपादित करते हैं जिनका उल्लेख पहले किया गया है। अजैव वस्तुओं के समान ही सजीव भी तत्व एवम् यौगिकों से बने हैं। फिर भी, वह अजैव वस्तुओं से भिन्न हैं। सजीवों के यही लक्षण उन्हें विलक्षण बनाते हैं। इस अध्याय में आप सजीव जगत में संगठन का अध्ययन करेंगे। इससे आप को सजीवों के जटिल संसार को समझने का अवसर प्राप्त होगा तथा आप यह भी

जान सकेंगे कि जैव जगत किस प्रकार कार्य करता है।

## 6.1 सजीव जगत में संगठन के विभिन्न स्तर

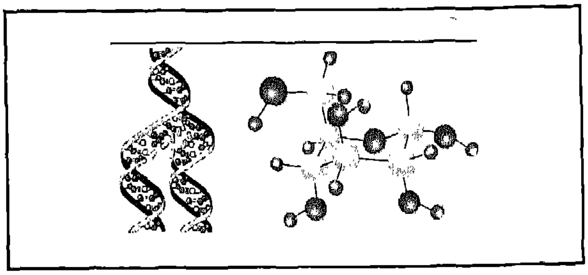
विभिन्न जीवों में किसी एक प्रकार के जीवों का अपना संगठन होता है जो अन्य जीवों से भिन्न होता है। यह संगठन विभिन्न जैव-प्रक्रमों को सुचारु रूप से चलाने के लिए महत्वपूर्ण है। प्रत्येक संगठन विभिन्न इकाइयों का समुच्चय होता है। अनेक छोटी इकाइयों के समूह से बने बड़े समुच्चय को जैव स्तर कहते हैं। प्रत्येक स्तर की इन इकाइयों (समुच्चय के सदस्य) के बीच अनेक पारस्परिक क्रियाएँ होती रहती हैं। इन अंतर्क्रियाओं के परिणामस्वरूप संगठन के स्तर में अनेकों परिवर्तन होते रहते हैं जिनसे संगठन की किसी नई प्रकार की इकाई अथवा दूसरे स्तरों का आविर्भाव होता है। इस अध्याय में हम जैव संगठन के विभिन्न स्तरों तथा प्रत्येक स्तर के लाक्षणिक गुणों का अध्ययन करेंगे जिससे हम विभिन्न पौधों तथा जंतुओं के सदस्यों को पहचान सकते हैं। आप किसी पुष्पी पादप अथवा मक्खी, छिपकली, कौआ, भैंस या हाथी जैसे जंतु के विभिन्न अंगों को पहचान सकते हैं। प्रत्येक सजीव विभिन्न अंगों तथा उपांगों से बना है। उपांग अन्य छोटी इकाइयों से बने हैं। यह सभी जैव संगठन के निम्न स्तरों को दर्शाते हैं। हम अपना अध्ययन जैव संगठन की सबसे छोटी इकाई अर्थात् कोशिका स्तर से प्रारंभ करेंगे।

## 6.2 संगठन के निम्न स्तर

### आण्विक स्तर

आप जानते हैं कि प्रत्येक जीव कोशिकाओं से बना है। स्वयं कोशिका भी सूक्ष्म संरचनाओं का सुसंयोजित स्वरूप है जिन्हें **कोशिकांग** कहते हैं। यह कोशिकांग अणुओं से बने होते हैं। यह अणु वास्तव में रासायनिक यौगिक हैं। संभवत: आप DNA के नाम से परिचित होंगे। यह डाइआक्सि रीबोन्यूक्लिइक अम्ल नामक एक रासायनिक यौगिक का संक्षिप्त नाम है। इसे जीवन का अणु भी कहते हैं। यह पैतृक गुणों के एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी तक स्थानांतरण में सहायक है।

हमें ज्ञात है कि किसी कोशिका में अनेक रासायनिक पदार्थ पाए जाते हैं। अत: हम कह सकते हैं कि कोई कोशिका विभिन्न रासायनिक यौगिकों का एक सुसंगठित व्यवस्थित रूप है। विभिन्न अणु तथा कोशिकांग स्वतंत्र रूप से जैव-इकाई के रूप में



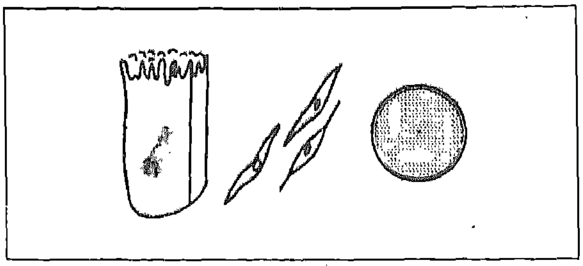
*चित्र 6.1 आण्विक स्तर*

कार्य नहीं कर सकते। जीव के इस संगठन स्तर को आण्विक स्तर कहते हैं (चित्र 6.1)।

### कोशिकीय स्तर

कोशिकाओं के विषय में आप पहले भी पढ़ चुके हैं। आप जानते हैं कि किसी कोशिका में अन्य छोटी इकाइयाँ पाई जाती हैं जिन्हें उपकोशिकी संरचनाएँ अथवा कोशिकांग कहते हैं। कोशिका जीवद्रव्य का वह पिंड है जो कोशिका झिल्ली से घिरा होता है। पादप कोशिका में कोशिका झिल्ली के बाहर कोशिका भित्ति भी होती है। यह जीवद्रव्य की सुरक्षा करती है तथा जल एवम् खनिजों के अवशोषण में भी सहायक है। कोशिका के अंदर अधिकांशत: केंद्रक होता है जो नियंत्रण एवम् कोशिका विभाजन में

सहायता करता है। कोशिकाएँ अपशिष्टों का निष्कासन भी करती हैं। कोशिकाओं के साइज़, आकृति तथा विशिष्ट प्रकार्यों में भिन्नता होती है (चित्र 6.2)।



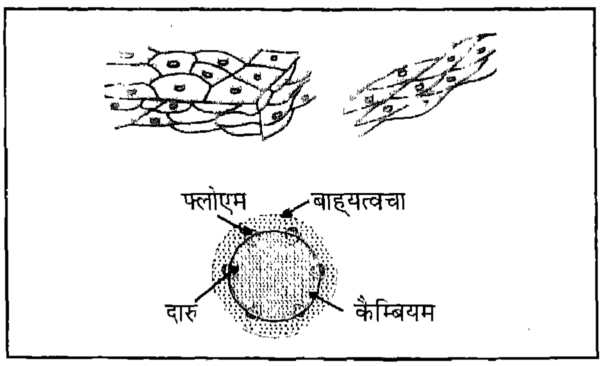
*चित्र 6.2 कोशिकीय स्तर*

जैव संगठन के पादानुक्रम में कोशिका सजीव की सबसे छोटी जैव इकाई है। यह कोशिकीय स्तर को दर्शाती है। एककोशिक जीवों में जीव के सभी प्रकार्य कोशिका द्वारा ही संपादित होते हैं। बहु-कोशिक जीवों में कोशिका की तुलना किसी भवन की ईंटों से कर सकते हैं। कोशिका जीव की मूल संगठनात्मक इकाई है। यद्यपि भवन अपने आपमें स्वयं एक इकाई है, परंतु इसमें दीवारें, दरवाजे तथा खिड़कियाँ भी होती हैं। इसमें कमरे, भंडारकक्ष तथा रसोई होते हैं। किसी एक कमरे के भवन में भी दीवारें, दरवाजे, खिड़कियाँ होती हैं। यही नहीं, कमरे के स्थान को विभिन्न उद्देश्यों के लिए उपयोग किया जा सकता है।

अमीबा, पैरामीशियम तथा जीवाणु जैसे एककोशिक जीवों में जीव का शरीर केवल एक कोशिका का बना होता है। जीव के सभी मूल प्रकार्य जैसे कि भोजन का अंतःग्रहण, पाचन, श्वसन, वृद्धि, गति एवम् जनन इसी एककोशिक शरीर द्वारा संपादित होते हैं। जनन के लिए एककोशिक जीव सामान्यतः दो कोशिकाओं में विभाजित हो जाते हैं तथा उनका केंद्रक भी विभाजित हो जाता है। इस प्रकार हम देखते हैं कि अमीबा का शरीर एककोशिक होते हुए भी किसी अन्य जीव की तरह स्वतंत्र जीव के रूप में कार्य करता है। ऐसे अन्य सभी जीव जिनका शरीर अनेक कोशिकाओं से बना होता है, **बहुकोशिक** कहलाते हैं। इनकी संरचना अधिक जटिल होती है।

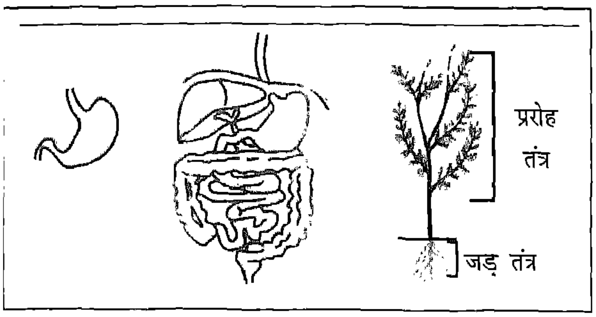
बहुकोशिक पादपों एवम् प्राणियों में कोशिकाएँ परस्पर समूहबद्ध होकर ऊतक बनाती हैं। ऊतक कई कोशिकाओं का ऐसा पुँज है जिसमें सभी कोशिकाएँ कोई विशिष्ट प्रकार्य करने के लिए परस्पर सहयोग करती हैं। उदाहरण के लिए जंतुओं में आमाशय तथा आंत या आंत्र पाचन तंत्र के अंग हैं। आमाशय में पुनः छोटी इकाइयाँ होती हैं जो ऊतक कहलाती हैं।

अतः, कोशिकीय स्तर के बाद ऊतक दूसरा सुसंयोजित समूह है। जड़, तना तथा पत्ती पौधों के विभिन्न भाग अथवा अंग हैं। यदि आप जड़, तने अथवा पत्ती की काट का सूक्ष्मदर्शी में अध्ययन करें तो आपको सबसे बाहर की सतही परत अर्थात् बाह्य त्वचा दिखाई देगी जिसके भीतर की ओर कार्टेक्स अथवा मध्योतक और संवहन बंडल दृष्टिगोचर होते हैं (चित्र 6.3)। इनमें से प्रत्येक अलग-अलग प्रकार्यों के लिए संयोजित है। उदाहरण के लिए त्वचीय ऊतक या एपीडर्मिस सुरक्षा प्रदान करता है तथा संवहन बंडल विभिन्न पदार्थों का




*चित्र 6.3 ऊतक स्तर*

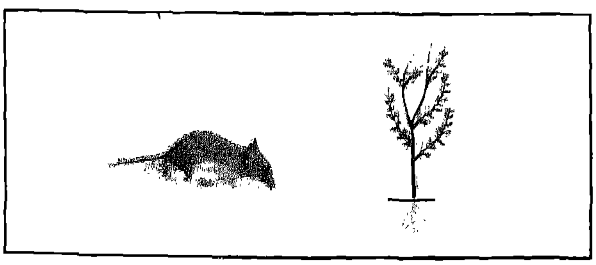
स्थानांतरण करते हैं। बाह्य त्वचा या एपीडर्मिस, कार्टेक्स तथा संवहन ऊतक सभी में विशेष रूप से रूपांतरित कोशिकाएँ संगठित होकर ऊतक का निर्माण करती हैं। आमाशय तथा आंत्र जंतुओं अथवा प्राणियों के आंतरिक अंग हैं। मुख, ग्रसिका अथवा ग्रासनली, आमाशय तथा आंत्र जैसे अंग मिल कर पाचन तंत्र बनाते हैं (चित्र 6.4)। क्या आप श्वसन तंत्र के विभिन्न अंगों के नाम बता सकते हैं? आपके हाथ तथा पैर भी अंग हैं जिन्हें बाह्य अंग कहा जाता है। प्राणियों में आंतरिक अंग विशिष्ट रूप से संगठित होकर अंग तंत्र बनाते हैं।




*चित्र 6.4 अंग तथा अंग तंत्र*

## 6.3 व्यष्टि अथवा जैविक स्तर

प्रत्येक सजीव का संगठन भिन्न-भिन्न होता है। आप किसी जीव विशेष (व्यष्टि) का अवलोकन कर सकते हैं तथा इसके विभिन्न भागों की संरचना का अध्ययन कर सकते हैं। प्रत्येक जीव के, चाहे वह पादप हो अथवा प्राणी, अनेक भाग (अंग) होते हैं (चित्र 6.5)। क्या आप किसी पुष्पी पादप के विभिन्न भागों की सूची बना सकते हैं। आपकी सूची में तना, शाखाएँ, पत्ती, फूल तथा फल शामिल होंगे। आप इस सूची में मूल अथवा जड़ भी सम्मिलित कर सकते हैं यद्यपि यह भूमि के अंदर होने के कारण दृष्टिगोचर नहीं होती। आप स्वयं भी प्राणि-वर्ग के एक सदस्य हैं। आपके भी अनेक बाह्य भाग हैं, जैसे कि सिर, आँखें, कान, हाथ तथा पैर।



*चित्र 6.5 जैविक स्तर*

आइए, तुलना के लिए किसी भवन का उदाहरण लें। बाहर से तो यह एक इकाई दिखाई देती है। जब आप निकट जाकर इसका अवलोकन करते हैं तब आप पाते हैं कि यह बहुत से छोटे-छोटे भागों से मिलकर बना है जैसे दीवार, खंबे, खिड़कियाँ, दरवाजे तथा छत। भवन के अंदर जाने पर आपको इसमें कुछ कमरे तथा विशेष कार्य हेतु कुछ कक्ष दिखाई देंगे जैसे रसोई, स्नान गृह तथा भंडार कक्ष। कमरों के अंदर फर्नीचर तथा दूसरे साज-सामान भी होते हैं। यद्यपि प्रत्येक की अपनी अलग उपयोगिता अथवा प्रकार्य हैं, परंतु सभी भाग सामूहिक रूप से भवन रूपी एक इकाई को ही निरूपित करते हैं।

### *क्रियाकलाप 1*

तिलचट्टा, घरेलू मक्खी, मच्छर, छिपकली, कौआ, गौरेया, बिल्ली, कुत्ता तथा अन्य पालतू पशुओं का अवलोकन कीजिए। उनके बाह्य अंगों (बाहरी भागों) को पहचानिए तथा उनकी सूची बनाइए। आप इनका चित्र बना कर विभिन्न भागों के नाम भी लिख सकते हैं। चार्ट अथवा मॉडल की सहायता से आप विभिन्न अंग तंत्रों तथा अंतरांगों की पहचान कर सकते हैं।

यदि आप किसी भवन की तुलना किसी सजीव से करें तो आप पाएँगे कि दोनों के ही बाहरी तथा आंतरिक भाग हैं। प्रत्येक भाग कोई विशिष्ट प्रकार्य करता है। देखने में तो कोई वृक्ष अपने आप में एक इकाई है परंतु ध्यान से देखने पर आपको इसके विभिन्न भाग, जैसे कि तना, पत्ती, पुष्प तथा फल दिखाई देंगे। पौधों के विभिन्न भाग समूहबद्ध होकर प्ररोह तंत्र तथा जड़ तंत्र का निर्माण करते हैं। प्रत्येक तंत्र में अनेक भाग अथवा अंग पाए जाते हैं। उदाहरणत:, प्ररोह तंत्र में तना, शाखाएँ तथा पत्तियाँ होती हैं, जड़ तंत्र में जड़ या मूल, मूल-शाखाएँ तथा मूलरोम होते हैं। यह अंग तंत्र, जंतुओं अथवा प्राणियों के पाचन तथा श्वसन तंत्र जैसे अंग तंत्र से भिन्न हैं।

आइए, हम प्राणियों का उदाहरण लें। दूर से देखने पर कोई मच्छर, पक्षी, कुत्ता, हाथी अथवा ऊँट जैसे सभी प्राणियों को कोई सदस्य अपने आप में एक व्यष्टि अथवा इकाई प्रतीत होता है। परंतु, उनका ध्यान से अवलोकन करने पर हमें पता चलता है कि इनके भी कुछ बाहरी भाग (बाह्य अंग) हैं। किसी जंतु के आंतरिक भाग अथवा अंग भी कार्यानुसार परस्पर व्यवस्थित होकर विभिन्न अंग तंत्रों का निर्माण करते हैं। अत:, प्राणियों में भी अनेक अंग तंत्र होते हैं। प्रत्येक अंग तंत्र एक विशेष प्रकार्य को संपादित करता है। उदाहरण के लिए, हमारे शरीर में पाचन, परिसंचरण, श्वसन तथा जनन तंत्र पाए जाते हैं। आप पढ़ चुके हैं कि पाचन तंत्र में मुख, आमाशय, आंत्र तथा दूसरे अंग होते हैं।

उपरोक्त चर्चा के आधार पर हम कह सकते हैं कि किसी व्यष्टि अथवा एकल जीव में विभिन्न स्तर पर छोटी इकाइयाँ होती हैं।

उदाहरण के लिए, अणु → कोशिका → ऊतक → अंग → अंग तंत्र। जैव जगत के अधिक्रम में इन्हें संगठन के स्तर कहा जाता है तथा जीव के अन्दर की व्यवस्था होने के कारण इन्हें **संगठन के निम्न स्तर** कहते हैं।

1. संगठन के निम्न स्तर के किसी एक समुच्चय का नाम लिखिए।
2. छोटी इकाइयाँ समूह क्यों बनाती हैं?
3. किसी सजीव की मूल संरचनात्मक इकाई क्या है?

## 6.4 संगठन के उच्च स्तर

प्रत्येक जीव पर्यावरण में रहता है। यह एकाकी नहीं रह सकता। उसी पर्यावरण में अन्य जीव भी वास करते हैं। प्रत्येक जीव केवल अपने पर्यावरण पर निर्भर नहीं होता वरन् अन्य जीवों पर भी निर्भर करता है। यदि आप अपने बगीचे अथवा खेत का अवलोकन करें तो आपको घास, अन्य छोटे पौधे तथा वृक्ष दृष्टिगोचर होंगे। आपको कीट, पक्षी तथा अन्य जीव भी मिल सकते हैं। आप कह सकते हैं कि वहाँ विविध प्रकार के जीव हैं। क्योंकि वे साथ-साथ रहते हैं इसलिए वह विभिन्न प्रकार के समूह अथवा संगठन बना लेते हैं। अब हम इन समूहों के विषय में अध्ययन करेंगे। आपको याद ही होगा कि कोशिकाएँ समूहित होकर ऊतक बनाती हैं। विभिन्न ऊतक पुन: समूहित होकर अंग तथा फिर अंग तंत्र बनाते हैं। यह अंग तंत्र सुसंगठित होकर एकल जीव अथवा व्यष्टि की संरचना करते हैं। इस प्रकार हम देखते हैं कि किसी कार्य विशेष के संपादन हेतु छोटी इकाइयाँ सुसंगठित समूह बनाती हैं।

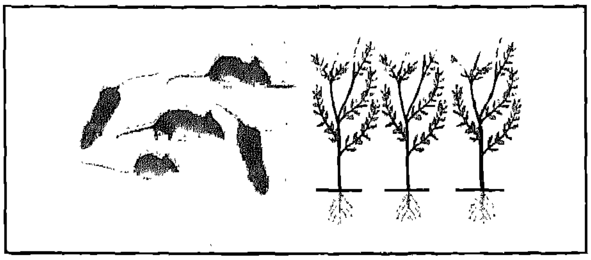
आइए, अब हम अध्ययन करें कि व्यष्टि अथवा जीव किस प्रकार निर्वाह करते हैं अथवा जीवित रहते हैं? यह भी पुन: समूह बनाते हैं। आपको याद होगा कि अमीबा तथा पैरामीशियम जैसे एककोशिक

जीव अथवा व्यष्टि स्तर का प्रतिनिधित्व करते हैं। यह कोशिकीय स्तर पर भी कार्य करते हैं। इसका क्या अभिप्राय है? इसका अर्थ है कि अमीबा की कोशिका में जीव के सभी प्रकार्य संपादित होते हैं। परंतु बहुकोशिक जीवों में ऐसा नहीं होता। जैसा कि पहले भी बताया जा चुका है इनकी संरचना अधिक जटिल होती है। परंतु एककोशिक तथा बहुकोशिक दोनों ही प्रकार के जीव सफलतापूर्वक जीवनयापन करते हैं। क्या आप इसे विस्तार से समझना चाहेंगे?

प्रत्येक जीव अन्य दूसरे सजीवों के साथ विभिन्न समूहों में रहता है तथा विभिन्न स्तरों पर पारस्परिक या अन्योन्यक्रिया करता है। आप अपने आस-पास चारों ओर विविध प्रकार के जीव देखते हैं। इनमें से प्रत्येक जीव (व्यष्टि), एक विशेष किस्म अथवा प्रजाति का प्रतिनिधित्व करता है। उदाहरण के लिए, आप तथा आपके परिवार के सदस्य मानव-प्रजाति अथवा स्पीशीज़ का प्रतिनिधित्व करते हैं। आपके क्षेत्र के सभी व्यक्ति सामूहिक रूप से स्थानीय जनसंख्या का निर्माण करते हैं। जैव वैज्ञानिक विशिष्ट लाक्षणिक समानता वाले जीवों को **प्रजाति** अथवा **स्पीशीज़** कहते हैं। आप जानते ही हैं कि हमारे पर्यावरण में असंख्य प्रजातियाँ या स्पीशीज़ हैं। इन प्रजातियों में सभी प्रकार के पादप, प्राणी तथा सूक्ष्मजीव सम्मिलित हैं। उदाहरण के लिए मानव एक स्पीशीज़, कौआ दूसरी स्पीशीज़ तथा तिलचट्टा एक अन्य स्पीशीज़ के सदस्य हैं। इसी प्रकार गेहूँ, धान तथा आम पादपों की कुछ प्रजातियाँ (स्पीशीज़) हैं।

## 6.5 समष्टि

किसी क्षेत्र में रहने वाले एक ही प्रजाति के एक साथ रहने वाले सभी सदस्य जीव सामूहिक रूप से समष्टि (अथवा जनसंख्या या आबादी) का निर्माण करते हैं



*चित्र 6.6 समष्टि*

(चित्र 6.6)। यह एक ही स्पीशीज़ की जैविक इकाइयों का समूह है, जिसे जैविक समष्टि के नाम से जाना जाता है। उदाहरण के लिए, हम सभी व्यक्ति (जीव अथवा इकाई) मानव जाति अथवा होमोसेपिएन्स नामक स्पीशीज़ के प्रतिनिधि हैं तथा सामूहिक रूप से मानव समष्टि अथवा जनसंख्या का गठन करते हैं। इसी प्रकार, किसी बाग अथवा क्षेत्र के आम के सभी वृक्ष आम की समष्टि का निर्माण करते हैं। आप अपने घर में मक्खी, मच्छर, तिलचट्टा तथा मकड़ी जैसे अनेक प्रकार के कीट देखते हैं। यह सभी विभिन्न समष्टि बनाते हैं।

### *क्रियाकलाप 2*

अपने विद्यालय के परिवर्ती (आस-पास के) क्षेत्र में विभिन्न पादप तथा प्राणी प्रजातियों (स्पीशीज़) का सर्वेक्षण कीजिए। विभिन्न प्रकार के वृक्षों, सजावटी पौधों, घास, कीट तथा पक्षियों की सूची बनाइए। पता लगाइए कि विद्यालय परिक्षेत्र में कितने प्रकार की समष्टि आवास करती हैं। आप देखेंगे कि प्रत्येक समष्टि एक विशेष स्पीशीज़ का प्रतिनिधित्व करती है। फिर भी, वृक्षों में भी विभिन्न प्रकार की समष्टि मिल सकती है। एक प्रकार के सभी वृक्ष उस स्पीशीज़ विशेष के प्रतिनिधि हैं अतः, यह समष्टि के भी प्रतिनिधि हैं। इस

प्रकार हम कह सकते हैं कि एक ही प्रकार (स्पीशीज़) के जीव (व्यष्टि) सामूहिक रूप में उसकी समष्टि बनाते हैं।

### *क्रियाकलाप 3*

आप अपनी कक्षा के सहपाठियों की गणना कर सकते हैं। इसी प्रकार अन्य कक्षाओं के विद्यार्थियों की संख्या भी ज्ञात कर सकते हैं। वास्तव में इस प्रकार आप प्रत्येक व्यष्टि (व्यक्ति या जीव इकाइयों) की ही गणना करते हैं। क्या आप प्रत्येक कक्षा में छात्रों की संख्या ज्ञात करके विद्यालय में उनकी जनसंख्या (समष्टि) का आकार ज्ञात कर सकते हैं? विद्यालय में छात्रों की संख्या में विद्यालय के शिक्षकों एवम् कर्मचारियों की संख्या का योग करके आप विद्यालय की जनसंख्या ज्ञात कर सकते हैं। याद रखिए, आपने केवल मानव स्पीशीज़ के सदस्यों की ही गणना की है, अन्य जीवों की नहीं। आप यह भी कर सकते हैं। आप उनको भी इस गणना में सम्मिलित कर सकते हैं। इसके विषय में हम बाद में चर्चा करेंगे।

आप अपने घर में दूसरे सदस्यों के साथ रहते हैं। सभी सदस्य मिलकर **परिवार** बनाते हैं। आपके मोहल्ले अथवा क्षेत्र के सभी परिवार सामूहिक रूप से मिलकर **समाज** का गठन करते हैं। क्या आप कल्पना कर सकते हैं कि पृथ्वी के सभी मनुष्य सामूहिक रूप से मानव समाज बनाते हैं? किसी एक स्थान से दूसरे स्थान, किसी एक क्षेत्र से दूसरे क्षेत्र तथा किसी एक राष्ट्र से दूसरे राष्ट्र के समाज भिन्न होते हैं। यहाँ इस विषय पर चर्चा और अधिक विस्तार से नहीं करेंगे। तथापि, संभवतः आप इस विषय पर अपने मित्रों एवम् बड़े-बूढ़ों से चर्चा करते होंगे। आपको यह नहीं भूलना चाहिए कि आपके घर तथा परिक्षेत्र में विभिन्न कीटों, पक्षियों, गाय, कुत्ता, बिल्ली तथा अन्य बहुत से जंतुओं की समष्टियाँ भी आवास करती हैं।

हमें ज्ञात ही है कि एक ही स्पीशीज़ के एक साथ रहने वाले जीव समष्टि का निर्माण करते हैं (चित्र 6.6)। जब हम समष्टि की बात करते हैं तो हमारा अभिप्राय एक स्पीशीज़ के जीवों के उस समूह से है जो एक निश्चित समय (काल) में किसी विशेष स्थान पर रहता (वास करता) है। समष्टि का आकार उसके सदस्य जीवों की संख्या पर निर्भर करता है। अतः, प्रति इकाई क्षेत्रफल में जीवों की गणना करनी पड़ेगी। इसे **समष्टि की सघनता** अथवा **घनत्व** कहते हैं। जब हम अपने क्षेत्र अथवा राष्ट्र की जनगणना करते हैं तो वास्तव में हमें प्रत्येक व्यक्ति की गणना करनी पड़ती है। हम किसी गाँव, नगर, राज्य तथा देश की जनसंख्या ज्ञात कर सकते हैं। **किसी विशेष समय (काल) में किसी इकाई क्षेत्र अथवा आयतन में उपस्थित जीवों की संख्या उसकी समष्टि की सघनता को दर्शाती है।** किसी स्पीशीज़ की समष्टि के सदस्य, समूह के अन्य सदस्यों के साथ परस्पर जनन कर सकते हैं। वे किसी अन्य स्पीशीज़ के सदस्यों के साथ जनन नहीं कर सकते। उदाहरणतः किसी कुत्ते का केवल कुत्ता प्रजाति के सदस्यों के साथ तथा बिल्ली का केवल बिल्ली प्रजाति के सदस्यों के साथ मिलकर ही जनन करना संभव है। इसी प्रकार आम का कोई वृक्ष आम के किसी अन्य वृक्ष से ही जनन कर सकता है।

किसी समष्टि के विभिन्न सदस्यों के बीच भोजन, वास-स्थान, जल तथा प्रकाश जैसी आवश्यकताओं के लिए आपस में प्रतिस्पर्धा होती रहती है। इस प्रतिस्पर्धा के कारण व्यष्टिगत स्तर पर कुछ जीव,

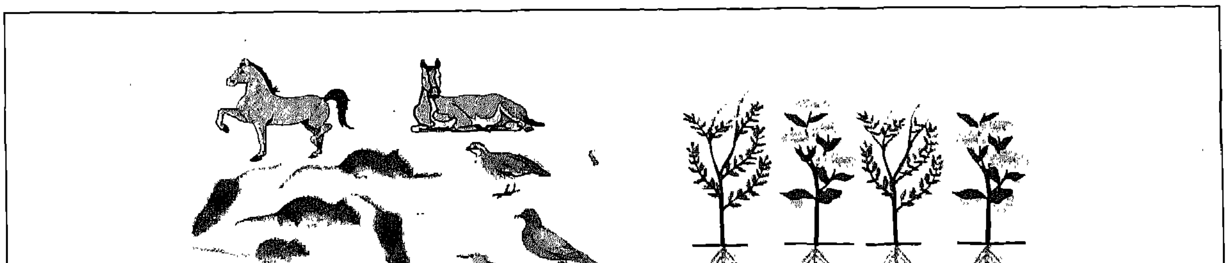
जैसे दुर्बल जीव, नष्ट हो सकते हैं, अर्थात् उनकी मृत्यु हो सकती है। परंतु, किसी समूह के रूप में समष्टि का अस्तित्व सतत् बना रहता है। आप देखते हैं कि कभी-कभी भूकंप, बाढ़, ज्वालामुखी के फटने, आग लगने तथा महामारी से अनेकों जीव नष्ट हो जाते हैं या उनकी मृत्यु हो जाती है परंतु समष्टि का अस्तित्व बना रहता है।

## 6.6 जैव समुदाय

यदि आप अपने वातावरण का भली-भाँति अवलोकन करें तो आप पाएँगे कि किसी स्थान विशेष अथवा आवास क्षेत्र में विभिन्न प्रकार के जीवों की अनेक समष्टियाँ साथ-साथ रहती हैं। विभिन्न प्रकार के जीव जैसे कि घरेलू मक्खी, मच्छर, कुत्ते, बिल्ली तथा आम के वृक्ष विभिन्न समष्टि बनाते हैं। इस प्रकार किसी एक स्थान अथवा क्षेत्र में पाई जाने वाली समष्टियों के समूह को **जैव समुदाय** कहते हैं (चित्र 6.7)। इसमें उस क्षेत्र में पाए जाने वाले सभी जीवों (पौधों, प्राणी एवम् सूक्ष्मजीवों) की विभिन्न समष्टियाँ सम्मिलित हैं। अत: एक स्थान अथवा क्षेत्र में पाई जाने वाली सभी स्पीशीज़ की समष्टियों के समूह को 'जैव समुदाय' के रूप में परिभाषित किया जाता है (चित्र 6.7)। यहाँ सजीवों के समुदाय की अभिव्यक्ति के लिए ही 'समुदाय' शब्द से पहले 'जैव' शब्द का उपयोग किया गया है। यद्यपि विभिन्न समष्टियों के सदस्य एक ही स्थान पर रहते हैं, फिर भी उनकी भोजन एवम् आवास संबंधी आवश्यकताएँ भिन्न होती हैं। किसी जैव समुदाय के सदस्यों के पारस्परिक (अन्योन्य) संबंधों को हम उनके खाद्य ग्रहण करने की विधियों अथवा पोषी व्यवस्था द्वारा भली-भाँति समझ सकते हैं। इसके लिए विभिन्न समष्टियों में प्रतिस्पर्धा यहाँ तक कि संघर्ष भी होता है (हम समष्टि के विभिन्न सदस्यों के बीच होने वाले संघर्ष के विषय में पहले भी चर्चा कर चुके हैं)। जैव समुदाय की विभिन्न समष्टियों के मध्य होने वाली इस प्रतिस्पर्धा के फलस्वरूप होने वाली पारस्परिक क्रियाओं के कुछ लाभप्रद तथा कुछ अवांछित परिणाम होते हैं। सहयोजिता लाभप्रद तथा परजीविता अवांछित अथवा हानिकारक परिणामों के दो उदाहरण हैं जो इस प्रकार की पारस्परिक क्रियाओं के कारण होते हैं।

## 6.7 पारिस्थितिक तंत्र

आप जानते ही हैं कि जैव समुदाय में किसी विशिष्ट वातावरण अथवा परिक्षेत्र में वास करने वाली सभी स्पीशीज़ की समष्टियाँ सम्मिलित होती हैं। सजीवों में हरे पौधे उत्पादक तथा प्राणी (जंतु) उपभोक्ता के रूप में सम्मिलित हैं। अनेक अजैव अथवा भौतिक कारक जैसे कि प्रकाश, ताप, जल तथा मृदा (मिट्टी) जैव समुदाय को प्रभावित करते हैं। जैव समुदाय तथा उससे संबद्ध अजैव पर्यावरण को सम्मिलित रूप में



*चित्र 6.7* जैव समुदाय



*चित्र 6.8 पारिस्थितिक तंत्र*

**पारिस्थितिक तंत्र** अथवा **पारितंत्र** कहते हैं (चित्र 6.8)। किसी स्थान विशेष में रहने वाले सभी जीव तथा वहाँ का अजैव (भौतिक) पर्यावरण सामूहिक रूप से किसी पारिस्थितिक तंत्र को निरूपित करते हैं। सजीवों में पारस्परिक निर्भरता आहार शृंखला के रूप में अभिव्यक्त होती है। आहार शृंखला द्वारा ऊर्जा का प्रवाह (स्थानांतरण) होता है। उदाहरण के लिए, हरे पौधे सौर ऊर्जा को प्रग्रहित कर उसे रासायनिक ऊर्जा में बदल देते हैं। जब जंतु पौधों अथवा पौध उत्पाद का आहार करते हैं, तो यह ऊर्जा उनमें स्थानांतरित हो जाती है।

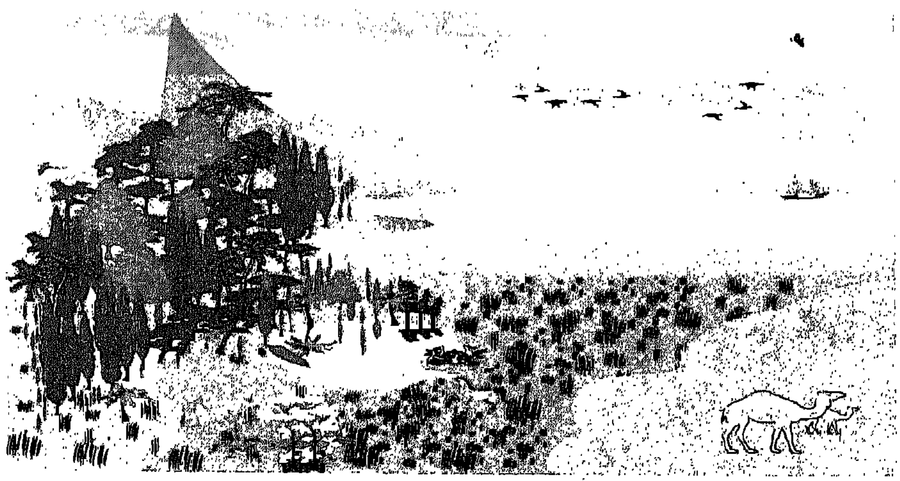
## 6.8 जीवमंडल

आप जानते ही हैं कि तालाब, झील, सागर, वन तथा खेत सभी अलग-अलग पारिस्थितिक तंत्र हैं। कोई पारिस्थितिक तंत्र किसी तालाब जितना छोटा तथा सागर जैसा विशाल हो सकता है। आइए, हम भौगोलिक क्षेत्रों की चर्चा करें। ऊष्णकटिबंधीय तथा शीतोष्ण दोनों ही क्षेत्रों में वन होते हैं। इन क्षेत्रों में झीलें भी पाई जाती हैं। किसी विशाल भौगोलिक क्षेत्रों में पाए जाने वाले सभी पारिस्थितिक तंत्रों का समूह **बायोम** अथवा **जीवोम** कहलाता है (चित्र 6.9)।

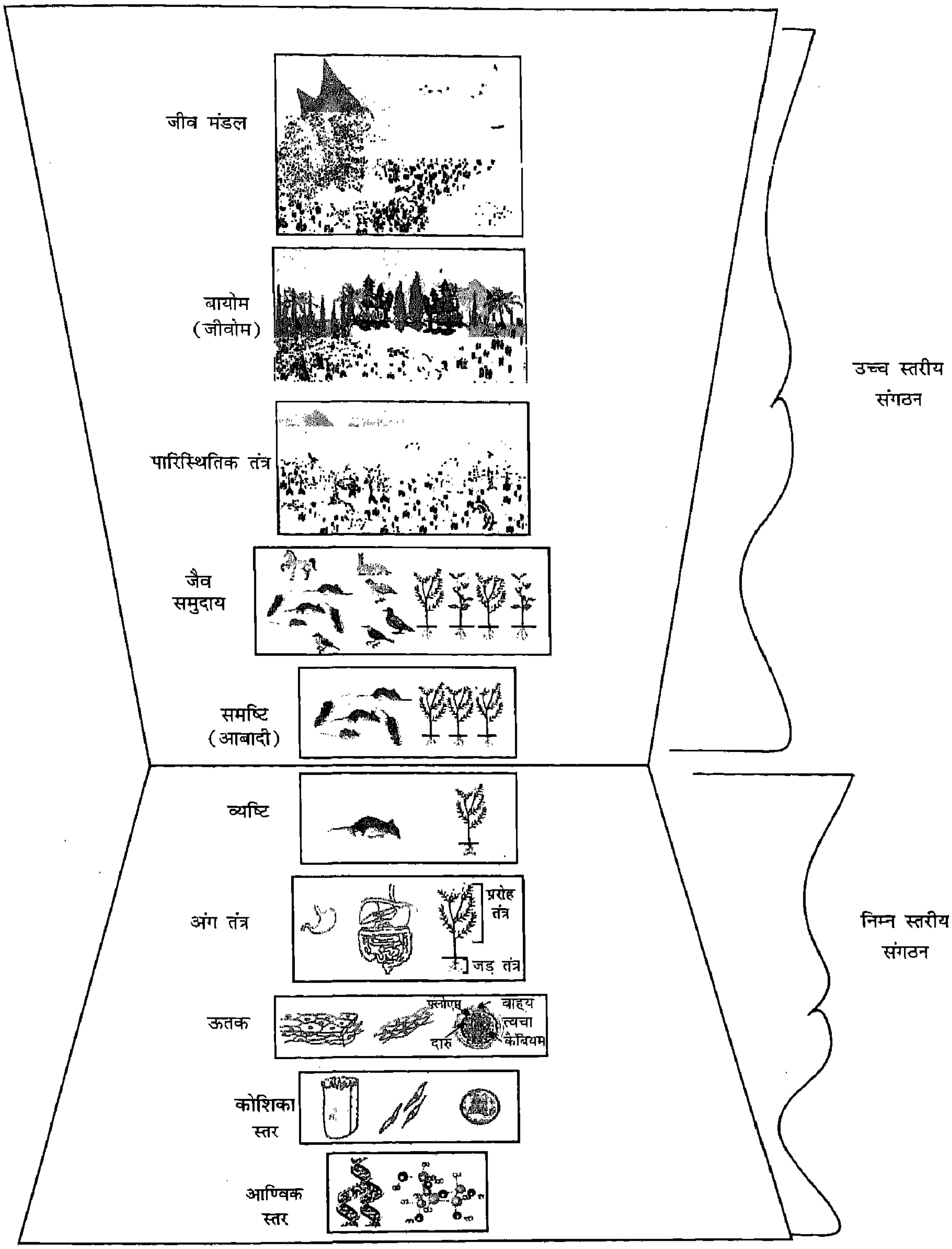


*चित्र 6.9 जीवोम*

स्थल, जल तथा वायुमंडल में पाए जाने वाले सभी सजीव सामूहिक रूप से 'जीवमंडल' का निर्माण करते हैं (चित्र 6.10)। जैव संगठन के सभी स्तर चित्र 6.11 में उनके बढ़ते अधिक्रम में दर्शाए गए हैं।



*चित्र 6.10 जीव मंडल*




*चित्र 6.11 जैव संगठन के विभिन्न स्तर*

उपरोक्त चर्चा के आधार पर हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि समष्टि, जैव-समुदाय, पारिस्थितिक तंत्र तथा जीवमंडल **संगठन के उच्चतर स्तर** के विभिन्न वर्ग हैं। उच्च स्तरों की आधारभूत इकाई जैविक स्तर का कोई जीव अथवा व्यष्टि है।

## 6.9 स्तरों के उभयनिष्ठ लक्षण

पिछली कक्षा में आप पढ़ चुके हैं कि सभी सजीवों का शरीर द्रव्य से बना होता है। द्रव्य स्वयं विभिन्न तत्वों के यौगिक अथवा उनके द्‌वारा संश्लेषित पदार्थ हैं। द्रव्य विभिन्न रूपों में संगठित होकर समुच्चय अथवा पुँज बनाते हैं। यह समुच्चय वास्तव में क्रियाशील इकाइयाँ हैं जिन्हें संगठन के स्तर के रूप में जाना जाता है। याद रखिए, विभिन्न स्तरों पर पदार्थों के संगठन अथवा समूहन के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है। अतः, सभी स्तरों के कुछ उभयनिष्ठ लक्षण होते हैं।

अपना स्वरूप बनाए रखने के लिए सभी स्तर ऊर्जा का उपयोग करते हैं। वास्तव में कोशिका से लेकर पारिस्थितिक तंत्र तक, सजीव जगत के निर्वाह में ऊर्जा का महत्वपूर्ण योगदान रहता है।

संगठन में घटते अधिक्रम के साथ संख्या की दृष्टि से जटिलताएँ बढ़ती जाती हैं। उदाहरण के लिए, किसी अकेले जीव में कई तंत्र, संख्या में उससे अधिक होते हैं जबकि ऊतकों की संख्या और भी अधिक होती है। ऊतक, कोशिकाओं की विशाल संख्या से बनते हैं जबकि प्रत्येक कोशिका में इससे भी कहीं अधिक संख्या में विभिन्न प्रकार के अणु होते हैं। क्या आप संगठन के उच्चतर स्तर पर स्थित जीव मंडल से व्यष्टि स्तर तक इसी प्रकार की व्याख्या कर सकते हैं?

विभिन्न स्तरों पर उनमें समाहित इकाइयों की संख्या का अध्ययन करने पर हमें एक रोचक प्रतिमान (पैटर्न) प्राप्त होता है। संगठन के उच्चतम स्तर से निम्नतम स्तर तक उसकी सदस्य इकाइयों की संख्या कई गुना बढ़ जाती है। हम जानते हैं कि पृथ्वी पर केवल एक सजीव जगत और एक ही जीव मंडल है। इस जीव मंडल में अनेक पारिस्थितिक तंत्र हैं। प्रत्येक पारिस्थितिक तंत्र में और अधिक संख्या में जैव समुदाय हैं जिनमें पाई जाने वाली विभिन्न स्पीशीज़ की समष्टियों की संख्या बहुत अधिक है। तदनुसार, प्रत्येक समष्टि में व्यष्टि अथवा इकाई जीवों की आंतरिक व्यवस्था के विभिन्न स्तरों पर अंग तंत्र, अंग, ऊतक, कोशिका तथा अणुओं की संख्या में प्रत्येक स्तर पर कई गुना वृद्‌धि दृष्टिगोचर होती है।

विपरीत (प्रतिकूल) परिस्थितियों के कारण कभी कोई एक स्तर प्रभावित होता है। परंतु, अन्य स्तरों का अस्तित्व बना रहता है। उदाहरण के लिए, कभी किसी कारण आमाशय के कुछ ऊतक नष्ट हो सकते हैं जिससे पाचन क्रिया प्रभावित हो सकती है, परंतु पाचन तंत्र तथा अन्य अंग तंत्र निर्बाध रूप से कार्य करते रहते हैं। आइए, इसे एक अन्य उदाहरण से समझने का प्रयास करें। कुछ कारणों से पित्ताशय जैसे अंगों को शल्यचिकित्सा द्‌वारा निकाल दिया जाता है। परंतु, इससे व्यक्ति के क्रियाकलापों पर विशेष प्रभाव नहीं पड़ता। इसी प्रकार, प्रत्येक समष्टि में कुछ जीव नष्ट होते रहते हैं अथवा उनकी मृत्यु होती रहती है। फिर भी, समष्टि सतत् बनी रहती है।

जैव संगठन के विभिन्न स्तरों का एक और उभयनिष्ठ लक्षण है जीवों में पारस्परिक क्रिया, जो सहयोग एवम् प्रतिस्पर्धा या संघर्ष के रूप में व्यक्त होती है। किसी स्तर की सभी संघटक इकाइयाँ परस्पर सहयोग करके उस स्तर की सफलता सुनिश्चित करती हैं। परंतु, उनमें परस्पर प्रतिस्पर्धा एवम् पारस्परिक क्रिया भी होती रहती है। समान उपलब्ध संसाधनों

के लिए प्रतिस्पर्धा से जैव समुदाय के जीव प्रभावित होते हैं। यह ऋणात्मक पारस्परिक क्रिया के परिणामस्वरूप होता है।

इस अध्याय में आपने सीखा कि सजीव जगत विभिन्न स्तरों पर संगठित है। प्रत्येक स्तर, अन्य स्तरों के साथ समरस समायोजित होकर अपने प्रकार्य संपादित करता है। संगठन का प्रत्येक स्तर कोई भिन्न समुच्चय अथवा पुँज होता है जो कि परिणामतः नए प्रकार्य करता है। विभिन्न स्तर पारस्परिक क्रिया करते हैं जिसके कारण वह एक-दूसरे को लाभदायक अथवा हानिकारक रूप में प्रभावित करते हैं। उनमें सामंजस्य स्थापित होने से सजीव जगत सतत् बना रहता है।

**प्रमुख शब्द**

जीवोम, जीव मंडल, जैव समुदाय, कोशिकांग, कोशिकीय स्तर, पारिस्थितिक तंत्र अथवा पारितंत्र, आण्विक स्तर, व्यष्टि स्तर (जैविक स्तर), जैविक व्यवस्था, अंग तंत्र, समष्टि, ऊतक।

## सारांश

किसी पर्यावरण में रहने वाले विभिन्न प्रकार के पादप, प्राणी तथा सूक्ष्मजीव सहित सभी जीव संरचनात्मक तथा क्रियात्मक इकाइयों में सुसंगठित रहते हैं। ये इकाइयाँ और कुछ नहीं वरन् द्रव्य के ही सुव्यवस्थित एवम् सुसंगठित विशिष्ट स्वरूप हैं। यह संगठित इकाइयाँ सजीव जगत में व्यवस्था के विभिन्न स्तर बनाती हैं।

प्रत्येक स्तर छोटी इकाइयों का समुच्चय है। ये इकाइयाँ पारस्परिक क्रिया करती हैं एवम् किसी विशिष्ट प्रकार्य हेतु कोई बड़ी इकाई बनाती हैं। इनको संगठन के निम्न स्तर तथा उच्च स्तरों में वर्गीकृत किया गया है।

किसी जीव का शरीर सबसे छोटी संरचनात्मक तथा प्रकार्य की इकाइयों से बना होता है। यह इकाई कोशिका कहलाती है।

एककोशिक जीवों में एक ही कोशिका जीव के सभी प्रकार्य संपादित करती है।

बहुकोशिक जीवों में कोशिकाएँ पुँजित अथवा समूहित होकर ऊतक बनाती हैं जो विशिष्ट प्रकार्य करती हैं।

कोशिका, कोशिकीय स्तर का प्रतिनिधित्व करती है। यह कोशिकांगों से बनी होती है जो अंततः अणुओं के संयोजन से बनती है।

डी.एन.ए. विशिष्ट अणु हैं। यह अणु संगठन के आण्विक स्तर को दर्शाते हैं।

एकल सजीव अथवा व्यष्टि, अंग तंत्र तथा अंगों जैसी छोटी इकाइयों से बना होता है तथा 'व्यष्टि' अथवा जैविक स्तर को निरूपित करता है। प्रत्येक अंग तंत्र, जो अंगों के संगठन से बनता है, विभिन्न परंतु विशेष प्रकार्य संपादित करता है। प्रत्येक अंग, जैसे कि प्राणियों में आमाशय तथा आंत्र, ऊतक जैसी छोटी इकाइयों से बना होता है जो मूलतः कोशिकाओं से बने होते हैं।

विभिन्न जीव स्पीशीज़ से सभी जीव अथवा व्यष्टि समूहबद्ध होकर संगठन के उच्चतर स्तरों जैसे कि समष्टि, जैविक (जैव) समुदाय तथा पारिस्थितिक तंत्र का निर्माण करते हैं। किसी क्षेत्र में वास करने वाले एक ही स्पीशीज़ के सभी जीव उसकी समष्टि का गठन करते हैं।

किसी क्षेत्र में पाए जाने वाली विभिन्न स्पीशीज़ की सभी समष्टि अथवा सभी जीवों का समुच्चय जैव समुदाय का गठन करता है। जैव समुदाय के सभी सदस्य पर्यावरण के संसाधनों का सम्मिलित रूप से उपयोग करते हैं। परंतु, एक ही संसाधन के उपयोग के लिए समुदाय की विभिन्न समष्टियों में प्रतिस्पर्धा होती रहती है।

जैव समुदाय की अपने पर्यावरण के साथ लगातार अन्योन्य क्रिया होती रहती है। जीव अपने भौतिक पर्यावरण के साथ मिलकर एक अन्य इकाई का निर्माण करते हैं जिसे पारिस्थितिक तंत्र अथवा पारितंत्र कहते हैं। आहार शृंखला के माध्यम से पारिस्थितिक तंत्र में अनेक अन्योन्य क्रियाएँ होती रहती हैं तथा आहार शृंखला में ऊर्जा का स्थानांतरण (प्रवाह) होता है।

किसी विशेष भौगोलिक क्षेत्र के सभी पारिस्थितिक तंत्र सामूहिक रूप से जीवोम अथवा बायोम का निर्माण करते हैं। पृथ्वी के सभी पारिस्थितिक तंत्र संगठित होकर जीवमंडल बनाते हैं।

संगठन के अधिक्रम में कुछ मूल लक्षण दृष्टिगोचर होते हैं। जैसे-जैसे हम जीवमंडल स्तर से व्यष्टि अथवा जैविक स्तर तक और फिर व्यष्टि स्तर से कोशिकीय तथा आण्विक स्तर तक जाते हैं तो प्रत्येक स्तर पर उससे निम्न स्तर की इकाइयों की संख्या में वृद्धि होती जाती है।

निम्न स्तर से उच्चतर स्तर तक अर्थात् कोशिकीय स्तर से जीवमंडल तक, विभिन्न स्तरों पर संगठन की जटिलता में वृद्धि होती जाती है।

यह संभव है कि किसी एक स्तर के आंशिक रूप से क्षतिग्रस्त होने से उससे उच्च स्तर प्रभावित न हों, परंतु किसी स्तर के समूल नष्ट होने के परिणामस्वरूप अगले स्तर भी नष्ट हो सकते हैं।

स्तरों का अधिक्रम विभिन्न स्तरों के संघटकों के पारस्परिक सहयोग तथा प्रतिस्पर्धा के आधार पर कार्य करता है।

## अभ्यास

1. सजीव एवम् निर्जीव वस्तुओं में अंतर स्पष्ट कीजिए।
2. "सजीव जगत के संगठन का आधार इकाइयों का पुँजित होना माना जाता है।" व्याख्या कीजिए।
3. कोशिकीय स्तर को जैव संगठन के निम्नतम स्तर की मूल इकाई क्यों मानते हैं?

4. निम्नलिखित की परिभाषा लिखिए :

   (i) समष्टि

   (ii) जैव समुदाय

5. उचित शब्द अथवा शब्दों द्वारा रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए :

   (i) जैविक स्तर का प्रतिनिधित्व ——— द्वारा होता है।

   (ii) समान प्रकार के जीवों की इकाई को ——— कहते हैं।

   (iii) कोशिकाएँ परस्पर संगठित होकर ——— बनाती हैं।

   (iv) कोशिका, ——— स्तर बनाती है।

6. निम्नलिखित कथन सत्य हैं अथवा असत्य :

   (i) समान संसाधनों के लिए समष्टि के सभी सदस्यों के बीच प्रतिस्पर्धा होती है।

   (ii) जैव समुदाय के विभिन्न सदस्य परस्पर जनन कर सकते हैं।

   (iii) संगठन के बढ़ते अधिक्रम में समष्टि का स्तर जैव समुदाय से उच्चतर है।

   (iv) अधिक्रम के उच्च स्तर में संघटक इकाइयों की संख्या निम्न स्तर से कम होती है।

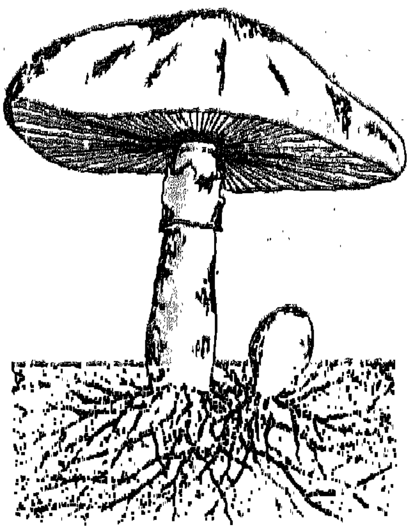
   (v) जीवोम किसी भौगोलिक क्षेत्र के सभी पारिस्थितिक तंत्रों का समूह है।

7. जैव संगठन के उच्च स्तरों को उचित अनुक्रम में लिखिए।

8. किसी स्तर के निर्वाह (अस्तित्व) के लिए उसकी संघटक इकाइयों में पारस्परिक सहयोग क्यों आवश्यक है?

9. यदि किसी व्यक्ति के आमाशय से एक ऊतक निकाल दिया जाए तो उस पर क्या प्रभाव पड़ सकता है?

10. शरीर के किसी अंग को अलग करके निकाल देने का प्रभाव उस जीव पर तो पड़ सकता है परंतु समष्टि पर नहीं। क्यों?



# अध्याय 7

# व्यष्टिगत संपोषण

सभी जीवों में जीवित रहने की इच्छा सर्वोपरि है। प्रत्येक जीव को जीवित रहने के लिए किसी सहारे की आवश्यकता होती है जिसमें पोषण का प्रक्रम, पर्यावरण से सामंजस्य (ताल-मेल) तथा अनेक कठिनाइयों से जूझने की क्षमता हो सकते हैं। जीवन के संपोषण के लिए भोजन का अंत:ग्रहण एवम् उसका समुचित पाचन, खाद्य पदार्थों के विघटन द्वारा ऊर्जा मुक्त होना एवम् अवांछित अपशिष्ट पदार्थों को शरीर से बाहर निकालने के अतिरिक्त स्थानीय पर्यावरण से अनुकूलन अत्यंत महत्वपूर्ण हैं। पिछली कक्षा में आप विभिन्न अंगों तथा तंत्रों (पाचन, श्वसन, परिसंचरण, तंत्रिका, उत्सर्जन एवम् जनन), प्रकाश-संश्लेषण तथा स्वास्थ्य एवम् स्वास्थ्य विज्ञान के विषय में अध्ययन कर चुके हैं। इस अध्याय में आप पौधों एवम् जंतुओं (प्राणियों), जिनमें मानव भी सम्मिलित हैं, में पोषण, श्वसन तथा उत्सर्जन के प्रक्रमों का अध्ययन करेंगे। इस अध्ययन के दौरान इन प्रक्रमों का व्यष्टिगत (किसी व्यक्ति विशेष के लिए) संपोषण के लिए महत्व पर विशेष बल दिया जाएगा।

## 7.1 पोषण

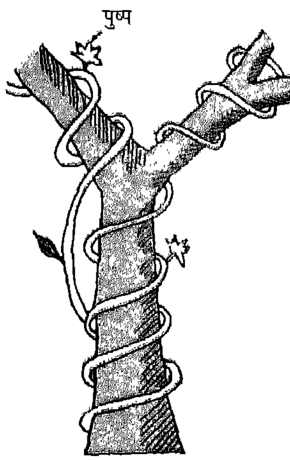
सभी जीवों को अपनी जैविक क्रियाओं को संपन्न करने तथा अपने शरीर-निर्माण के लिए भोजन की

आवश्यकता होती है। पौधों तथा जंतुओं दोनों के लिए ही मूल भोजन (भोज्य) पदार्थ (कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, वसा तथा खनिज) एक से ही हैं। हरे पौधे कार्बन डाइऑक्साइड तथा जल जैसे अकार्बनिक पदार्थों से सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में अपना अधिकांश भोजन स्वयं संश्लेषित करते हैं। इसे स्वपोषण पादपता कहते हैं। हरे पौधे न केवल अपने लिए भोजन बनाते हैं वरन् सभी अ-हरित पौधों तथा मानवों सहित सभी अन्य जंतुओं के लिए भी भोजन उपलब्ध करते हैं। मानवों एवम् अन्य जंतुओं में पोषण रीति की प्रकृति, प्राणिसम पोषण की होती है। इस प्रकार के पोषण में अंत:ग्रहण, पाचन, अवशोषण, स्वांगीकरण तथा बहिक्षेपण सम्मिलित होते हैं।

भोजन के रूप में हम जो खाद्य पदार्थ लेते हैं उनमें कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, वसा, आवश्यक खनिज एवम् विटामिन जैसे सभी मूल घटक उपस्थित होने चाहिए। अन्य जंतुओं को भी इसी प्रकार के भोजन की आवश्यकता होती है। पौधे उनके लिए आवश्यक विटामिन एवम् उनकी वृद्धि को नियंत्रित करने वाले आवश्यक पदार्थों का संश्लेषण स्वयं कर सकते हैं। जंतुओं में यह क्षमता नहीं होती। आप जानते हैं कि सभी जीवों को ऊर्जा उनके भोजन द्वारा प्राप्त होती है। किसी वाहन के इंजन जैसी निर्जीव वस्तुओं को ऊर्जा किसी ईंधन (पेट्रोल या डीजल) से उपलब्ध होती है। किसी भोज्य पदार्थ (कार्बोहाइड्रेट) तथा किसी ईंधन द्वारा उत्पन्न ऊर्जा की मात्रात्मक तुलना की जा सकती है।

## पौधों में पोषण

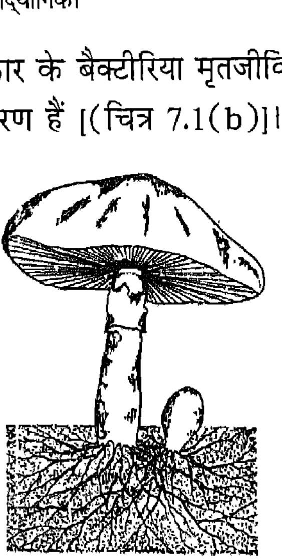
अधिकांश पौधों में हरित वर्णक (क्लोरोफिल या पर्णहरित) पाया जाता है जिससे वह अपना भोजन संश्लेषित कर सकते हैं। इस प्रकार के पौधों को स्वपोषित कहते हैं। कुछ पौधों में पर्णहरित नहीं पाया जाता। अत: ऐसे पौधे अपना भोजन स्वयं संश्लेषित नहीं कर सकते। इन्हें परपोषित कहा जाता है। परपोषित पौधे अपने भोजन के लिए अन्य जीवों पर निर्भर करते हैं। अमरबेल, अनेक प्रकार के बैक्टीरिया या जीवाणु तथा कवक जैसे जीव अन्य पौधों तथा जंतुओं के शरीर में वास करते हैं। यह अपना भोजन अपने मेज़बान (परपोषी) जीव से प्राप्त करते हैं। इन्हें **परजीवी** कहते हैं [(चित्र 7.1(a)]। मिसलटो जैसे कुछ परजीवियों (जो प्राय: आम या महुआ के वृक्ष में देखे जाते हैं) में हरी पत्तियाँ होती हैं। यह अपना भोजन तो स्वयं संश्लेषित करते हैं परंतु जल तथा खनिजों के लिए अपने मेज़बान पर निर्भर करते हैं। यह **आंशिक परजीवी** कहलाते हैं।




*चित्र 7.1 (a) मेज़बान पौधे पर लिपटा कोई परजीवी*

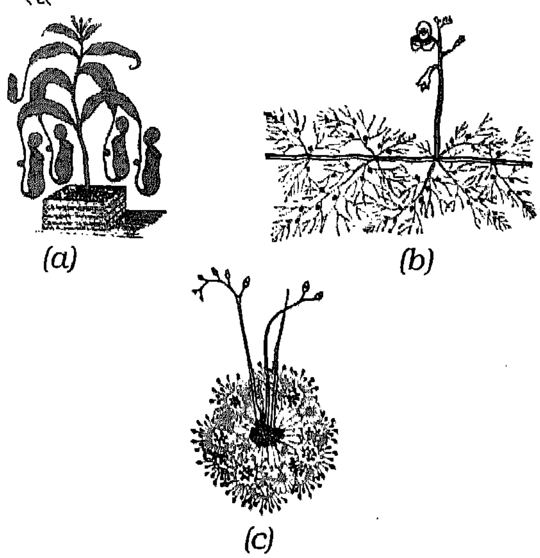
वर्षा ऋतु अथवा उसके बाद संभवत: आपने मृत जीवों के शरीर अथवा उनके सड़े-गले अवशेषों में कुछ पौधों को वृद्धि क[illegible] में हरित वर्णक या क्लोरो[illegible] तथा यह अपना भोजन उन जी[illegible] मृत शरीर से प्राप्त करते हैं जिन पर यह उगते हैं। इन पौधों को **मृतजीवी** कहते हैं। मशरूम अथवा कुकुरमुत्ता

तथा कुछ प्रकार के बैक्टीरिया मृतजीवियों के कुछ सामान्य उदाहरण हैं [(चित्र 7.1(b)]।



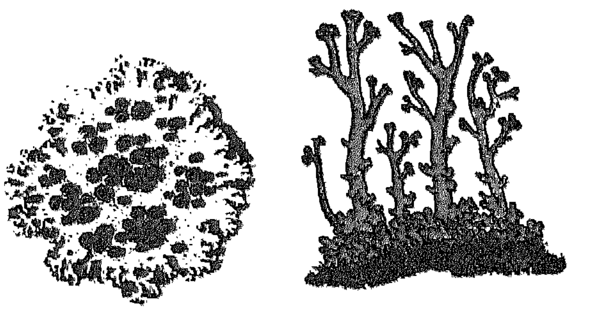
*चित्र 7.1 **(b)** कोई मृतजीवी*

कुछ हरे पौधे ऐसे भी होते हैं जो अपने पोषण का कुछ अंश मृदा एवम् वायुमंडल से प्राप्त करते हैं, जबकि शेष अंश सूक्ष्म आकार के कीटों से प्राप्त होता है। ऐसे पौधों को कीटभक्षी पौधे कहते हैं (चित्र. 7.2)। कीटों को पकड़ने के लिए इन पौधों की पत्तियाँ विशेष आकृति की होती हैं। कीटभक्षी पौधों के कुछ सामान्य उदाहरण हैं: घटपर्णी, सनड्यू तथा ब्लैडरवर्ट।




*चित्र 7.2 (a, b, c) कुछ कीटभक्षी पौधे*

पोषण रीति की एक अन्य विधि भी है जिसमें दो भिन्न प्रकार के जीव अपने पोषण भंडार का मिलजुल कर उपयोग करते हैं। लाइकेनों में पोषण इसी प्रकार होता है (चित्र 7.3)। किसी लाइकेन में शैवाल (स्वपोषी) तथा फफूँद (मृतजीवी) साथ-साथ रहते हैं (चित्र 7.3)। फफूँद के तंतुओं का जाल शैवाल की कोशिकाओं को जकड़े रहते हैं जो उन्हें जल एवम् खनिज उपलब्ध कराते हैं। इसके विपरीत स्वपोषी शैवाल फफूँद को जैव पदार्थ भोजन के रूप में उपलब्ध कराते हैं। इस प्रकार दोनों एक-दूसरे की सहायता करते हैं। इसे **सहजीविता** कहते हैं।



*चित्र 7.3 लाइकेन*

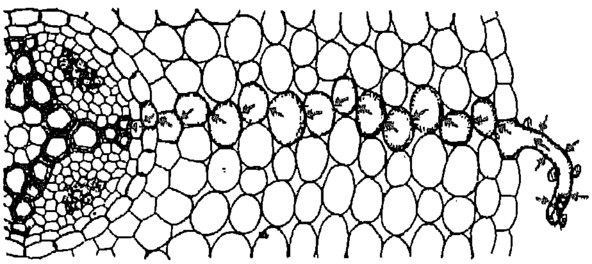
पौधों को अपने भोजन में जल तथा खनिजों की भी आवश्यकता होती है। पौधों की जड़ें मृदा या मिट्टी में से जल एवम् खनिजों का अवशोषण करती हैं। यह कार्य जड़ों की रोम अर्थात् मूल रोमों द्वारा किया जाता है। मृदा में जल सदैव उपस्थित होता है। यहाँ तक कि शुष्क रेत के कणों पर भी जल की एक अत्यंत सूक्ष्म परत होती है।

## *क्रियाकलाप 1*

धातु के किसी बर्तन में कुछ शुष्क मृदा (या मिट्टी) लीजिए। इस बर्तन में ढक्कन लगाकर उसे किसी ज्वाला द्वारा कुछ समय तक गर्म

कीजिए। गर्म करना बंद करके बर्तन का ढक्कन उठाइए। आपको ढक्कन में पानी की बूँदें दिखाई देंगी। आप कठोर काँच की किसी टेस्ट ट्यूब (परखनली) में मिट्टी गर्म करके भी उसकी अंदरूनी दीवारों पर पानी की बूँदें देख सकते हैं।

मृदा में खनिज लवण भी उनके विलयन के रूप में पाए जाते हैं। पौधों के मूल रोम उन्हें मृदा से खनिज लवणों को अवशोषित करने में सहायता करते हैं (चित्र 7.4)। पौधों को मुख्यतया नाइट्रोजन, फॉस्फोरस तथा पोटैशियम की आवश्यकता होती है। कृषि फसलों में मृदा इन्हें नाइट्रोजन, फॉस्फोरस, पोटैशियम तथा यूरिया जैसे उर्वरकों से प्राप्त करती है।



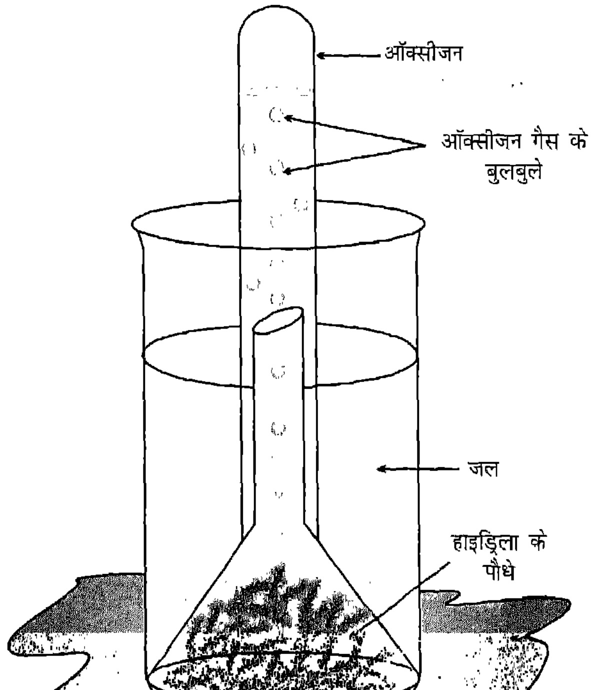
*चित्र.7.4 जड़ों द्वारा मृदा से जल और खनिज का अवशोषण*

जड़ों द्वारा मृदा से अवशोषित जल तथा खनिज पौधों की पत्तियों तथा पुष्पों जैसे अन्य भागों तक संवाहित किया जाता है। यह कार्य संवाहक ऊतकों (दारू या जाइलम) द्वारा किया जाता है। पत्तियों (पौधों के हरित भाग) द्वारा संश्लेषित भोजन भी पौधों के विभिन्न भागों (जड़ों तथा अहरित भागों) तक अन्य प्रकार के संवाहक ऊतकों (फ्लोएम) द्वारा संचरित किया जाता है।

आप पढ़ चुके हैं कि पौधों के हरित भाग कार्बन डाइऑक्साइड तथा जल जैसे कच्चे पदार्थों का उपयोग करते हुए सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में अपना भोजन संश्लेषित करते हैं। आप यह भी जानते हैं कि पौधे श्वसन प्रक्रम में कार्बन डाइऑक्साइड उत्पन्न करते हैं तथा मृदा से जल का अवशोषण करते हैं।

## *क्रियाकलाप 2*

आप एक सरल प्रयोग द्वारा यह अध्ययन कर सकते हैं कि प्रकाश संश्लेषण के प्रक्रम में सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति आवश्यक होती है। कुछ जलीय पौधे लीजिए तथा उन्हें किसी ऐसे बीकर में रखिए जिसमें जल भरा हो। अब एक फनैल को उलटकर बीकर में इस प्रकार रखिए कि इससे सभी पौधे ढक जाएँ (चित्र 7.5)। अब फनैल की नली के ऊपर



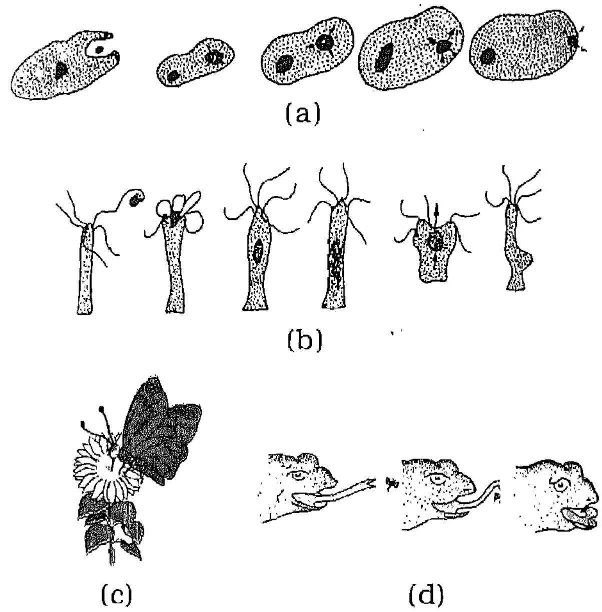

*चित्र 7.5 प्रकाश-संश्लेषण की दर का अध्ययन करने के लिए उपकरण की व्यवस्था*

जल से भरी किसी टेस्ट ट्यूब को उलट कर रखिए। इस प्रकार आपने प्रकाश-संश्लेषण की दर पर सूर्य के प्रकाश के प्रभाव का अध्ययन करने के लिए उपकरण व्यवस्थित कर लिया है। आप जानते हैं कि प्रकाश-संश्लेषण के प्रक्रम में ऑक्सीजन उत्पन्न होती है जिसे आप बुलबुलों के रूप में जलीय पौधों से निकलते देख सकते हैं। अपने द्वारा बनाए गए उपकरण को धूप में रखिए। किसी निश्चित समय में पौधों से निकलने वाले बुलबुलों की संख्या गिनिए। अब उपकरण को छाया अथवा कक्षा में रखकर प्रयोग को दोहराइए। धूप तथा छाया में समान समय में उत्पन्न होने वाले ऑक्सीजन के बुलबुलों की संख्या की तुलना कीजिए। अपने प्रेक्षण का कारण जानने का प्रयास कीजिए।

## जंतुओं में पोषण

आप जानते हैं कि जंतु (प्राणि) अपना भोजन स्वयं संश्लेषित नहीं करते हैं। वह अपने भोजन के लिए पौधों द्वारा संश्लेषित किए गए भोजन पर निर्भर करते हैं। सभी जंतुओं के भोजन में अंत: ग्रहण की विधि प्राणिसम पोषण की होती है। यह सभी अपने भोजन ठोस जैव पदार्थों को ग्रहण करते हैं। आपने संभवत: यह देखा होगा कि तितलियाँ, पक्षी, कुत्ते तथा गाएँ अपना भोजन किस प्रकार ग्रहण करती हैं। उनके भोजन ग्रहण करने की विधियों में अंतर नोट कीजिए।

भोजन ग्रहण करने का पहला चरण अंत: ग्रहण है। निम्नतम जंतुओं (प्रोटोजोआ) से उच्चतम जंतुओं (स्तनपायी) तक भोजन के अंत: ग्रहण में भाग लेने वाले अंगों में अनेक प्रकार की विविधता पाई जाती है। उदाहरण के लिए, अमीबा तथा पैरामीशियम अपने भोजन का पूर्णतया परिग्रहण कर लेते हैं, हाइड्रा [illegible] में अपना भोजन पकड़ते हैं जबकि तितली एवम् मधुमक्खी जैसे सभी कीट चूसकर अपने भोजन का अंत: ग्रहण करते हैं। कशेरुक जीवों में विकसित जबड़े तथा दाँत होते हैं जिनकी सहायता से वह अपने भोजन को छोटे-छोटे टुकड़ों में काट सकते हैं तथा उसे पीस सकते हैं (चित्र 7.6)।




*चित्र 7.6 भोजन अंत: ग्रहण की विधियाँ : (a) अमीबा (b) हाइड्रा (c) तितली तथा (d) मेंढक*

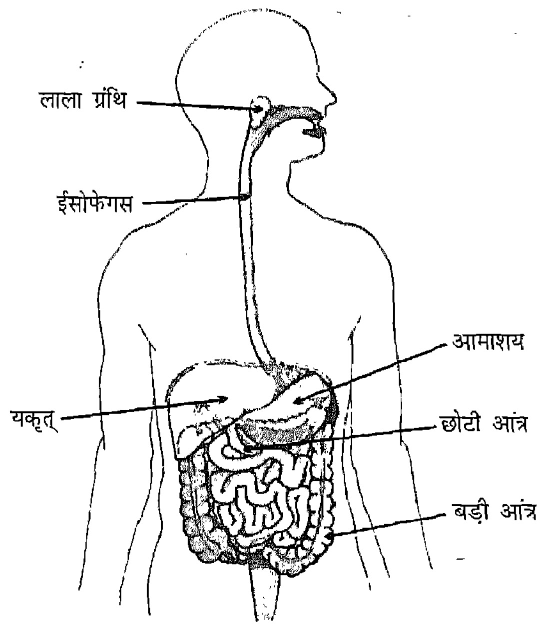
परजीवियों के अतिरिक्त सभी जीव अपने भोजन को पाचित कर ऊर्जा प्राप्त करते हैं। पाचन के प्रक्रम में भोजन के रूप में ग्रहण किए गए भोज्य पदार्थों के जटिल अणु टूटकर सरल अणुओं में परिवर्तित हो जाते हैं। निम्न श्रेणी के जंतुओं में पाचन अंत:कोशिकीय होता है क्योंकि भोजन के कण सीधे कोशिका में प्रवेश करते हैं जहाँ एंज़ाइमों द्वारा उनका पाचन कर लिया जाता है। ऐसे जंतुओं में जिनमें पाचन अंग एवम् तंत्र सुस्पष्ट तथा भली-भाँति विकसित होते हैं, पाचन कोशिकाओं के बाहर होता है। इनमें विभिन्न प्रकार के पाचक एंज़ाइम भोजन में भिन्न-भिन्न स्तरों पर मिलते जाते हैं। उदाहरण के लिए, मुख में लाला या लार, आमाशय में जठर अथवा आमाशय रस, आदि।

## क्रियाकलाप 3

किसी एक दिन प्रातः जलपान से रात्रि के भोजन तक ग्रहण किए गए सभी भोज्य (खाद्य) पदार्थों की सूची बनाइए। इन सभी भोज्य पदार्थों के मूल स्रोतों के विषय में जानकारी नोट कीजिए। इनमें से प्रत्येक भोजन के किस घटक अथवा घटकों को प्रदान करते हैं? इस कार्य में आप अपने माता-पिता तथा अध्यापक की सहायता ले सकते हैं।

### मानवों में पाचन

आप जानते हैं कि मानवों में पाचन प्रक्रम बाह्य कोशिकीय होता है। पाचन में अनेक अंग मिलजुल कर कार्य करते हैं जिनमें प्रमुख हैं: मुख, आहारनली (ईसोफेगस), आमाशय या उदर, लघु आंत्र तथा गुदा। पाचन में भोजन अंतःग्रहण, जटिल यौगिकों के अणुओं के टूटने से सरल यौगिकों के अणुओं का बनना (पाचन), आंत्रों द्वारा सरल यौगिकों के अणुओं का अवशोषण, अवशोषित भोजन का शरीर में स्वांगीकरण तथा अंततः शरीर से अपशिष्ट पदार्थों (मल) का निष्कर्षण जैसे प्रक्रम सम्मिलित होते हैं।




*चित्र 7.7 मानव के पाचन अंग*

पाचन के प्रक्रम में अनेक कार्बनिक यौगिक भाग लेते हैं। इन्हें **पाचक एंज़ाइम** कहते हैं। सारणी 7.1 में एंज़ाइमों के स्रोत, उनके प्रभाव तथा उनसे उत्पन्न उत्पादों के नाम दिए गए हैं।

**सारणी 7.1**

**पाचक एंज़ाइम : स्रोत, प्रभाव तथा परिणामतः उत्पन्न उत्पाद**

| भाग/अंग | स्रोत | एंज़ाइम | कार्यद्रव (सबस्ट्रेट) | परिणामी उत्पाद |
|---|---|---|---|---|
| मुख | लाला ग्रंथियाँ | ऐमिलेस | स्टार्च | शर्करा |
| आमाशय | जठर ग्रंथियाँ | पेप्सिन | प्रोटीन | पेप्टाइड तथा ऐमीनो एसिड |
| अग्न्याशय | अग्न्याशय रस | ट्रिप्सिन, कार्बोक्सीपेप्टाइलेस, ऐमिलेस, लाइपेस | | |
| लघु आंत्र | आंत्र ग्रंथियाँ | ऐमीनोपेप्टाइलेस, माल्टेस | पेप्टाइड, माल्टेस | ग्लूकोस तथा अन्य सरल शर्कराएँ |

### क्रियाकलाप 4

आप लाला (लार) में उपस्थित ऐमिलेस का स्टार्च पर प्रभाव आसानी से देख सकते हैं। किसी 100 mL के बीकर में लगभग 10 g गेहूँ अथवा मक्के का आटा लीजिए। बीकर में 25-30 mL जल डालिए। काँच की किसी छड़ से मिश्रण को भली-भाँति मिलाइए। इस मिश्रण का लगभग 5 mL किसी टेस्ट ट्यूब में लीजिए तथा इसमें आयोडीन के विलयन की दो बूँद मिलाइए। बैंगनी रंग का बनना यह प्रदर्शित करता है कि गेहूँ अथवा मक्के के आटे में स्टार्च उपस्थित है।

अब एक अन्य टेस्ट ट्यूब में अपने मुख से लगभग 5 mL लाला का स्राव कीजिए। किसी स्वादिष्ट भोजन अथवा नींबू को देखने से लाला स्राव की दर बढ़ाकर यह कार्य आसानी से किया जा सकता है। लाला को टेस्ट ट्यूब की पैंदी में बैठने में कुछ समय लगेगा तथा झाग अलग हो जाएगा। अब बीकर में शेष बचे मिश्रण में से लगभग 10 mL दो टेस्ट ट्यूबों में लीजिए तथा इसमें से एक में लगभग 2 mL लाला मिलाइए। मिश्रण पर लाला में उपस्थित एंज़ाइम के प्रभाव का अवलोकन कीजिए। अच्छे परिणाम प्राप्त करने के लिए टेस्ट ट्यूब को किसी ऐसे बीकर में 15-20 मिनट तक रखिए जिसमें लगभग 37°C ताप तक गर्म किया जल रखा हो। टेस्ट ट्यूबों के विलयन में स्टार्च तथा शर्करा की उपस्थिति देखने के लिए उनमें क्रमशः आयोडीन तथा बैनेडिक्ट विलयन मिलाइए। आप देखेंगे कि जिस टेस्ट ट्यूब के विलयन में लाला मिलाई गई थी उसमें स्टार्च, शर्करा में परिवर्तित हो गई है।

पाचन प्रक्रम में कुछ विकार उत्पन्न हो सकते हैं जो सामान्यतया आहार की अनियमित आदतों के कारण उत्पन्न होते हैं। दिन में बार-बार भोजन करना, अत्यधिक वसायुक्त भोजन करना, तथा भोजन पदार्थों को भली-भाँति न चबाना अनियमित तथा अस्वास्थ्यकर आदतों के कुछ उदाहरण हैं। कभी-कभी इन अनियमित आदतों के परिणामस्वरूप कब्ज हो सकती है जो पाचन संबंधी एक सामान्य विकार है। उचित एवम् नियमित आहार लेने की आदत डालने पर इस प्रकार के विकार से बचा जा सकता है।

**इनके उत्तर दीजिए**

1. 'सभी जंतु भोजन के लिए पौधों पर निर्भर करते हैं।' इस कथन की पुष्टि कीजिए।
2. आप किसी स्वपोषित तथा परपोषित के मध्य अंतर किस प्रकार ज्ञात करेंगे?
3. परजीवी, मृतजीवी तथा सहजीविता किन्हें कहते हैं? प्रत्येक के लिए एक उदाहरण दीजिए।
4. पौधों में जल तथा खनिजों के अवशोषण तथा संवहन के प्रक्रमों का वर्णन कीजिए।
5. 'पाचक एंज़ाइम' से आप क्या समझते हैं? ऐमिलेस, स्टार्च को किस प्रकार प्रभावित करता है?

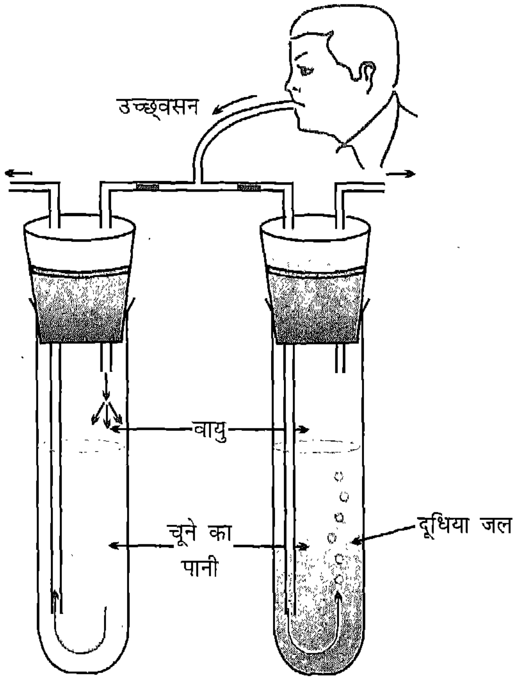
## 7.2 श्वसन

आप जानते हैं कि व्यष्टिगत स्तर पर जीवन के संपोषण के लिए, प्रत्येक जीव को अपने जैविक क्रियाकलाप संपन्न करने के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है। यह ऊर्जा श्वसन प्रक्रम के दौरान पाचित भोज्य पदार्थों के विघटन द्वारा उपलब्ध होती है। इस प्रकार श्वसन हमारे शरीर को ऊर्जा प्रदान करने वाला मूल प्रक्रम है। यह प्रक्रम समस्त जीव कोशिकाओं में होता है। प्रचुर-ऊर्जा युक्त भोज्य पदार्थ (ग्लूकोस तथा फ्रक्टोज़ या फल शर्करा) श्वसन प्रक्रम के दौरान कार्बन डाइऑक्साइड तथा जल में परिवर्तित होते हैं। इस प्रक्रम में उपयोगी रूप

में ऊर्जा मुक्त होती है। श्वास या सांस लेने के प्रक्रम में गैसों का आदान-प्रदान अर्थात् विनिमय होता है। यह विनिमय ऑक्सीजन के अंत:ग्रहण तथा कार्बन डाइऑक्साइड के निष्कर्षण के रूप में होता है। इस प्रक्रम को सामान्यतया श्वास कहा जाता है।

### *क्रियाकलाप 5*

आप एक क्रियाकलाप करके स्वयं यह देख सकते हैं कि श्वास लेने के प्रक्रम में कार्बन डाइऑक्साइड गैस उत्पन्न होती है।




*चित्र 7.8 उच्छ्वासित वायु में कार्बन डाइऑक्साइड उपस्थित होती है*

दो टेस्ट ट्यूब लीजिए तथा दोनों को ही ताजा बनाए गए चूने के पानी से आधा भरिए। दोनों टेस्ट ट्यूबों में चित्र 7.8 के अनुसार काँच की नलियाँ फिट कीजिए। उच्छ्वासित तथा निश्वासित वायु के चूने के पानी में प्रभाव का अध्ययन करने के लिए आपका उपकरण तैयार है। आप देखेंगे कि जिस चूने के पानी से होकर उच्छ्वासित वायु गुजरती है उसका रंग दूधिया हो गया है। दूसरी टेस्ट ट्यूब के चूने के पानी के रंग में भी बहुत हल्का दूधियापन देखा जा सकता है जो वायु में कार्बन डाइऑक्साइड की सामान्य उपस्थिति के कारण होता है। इस प्रयोग से यह स्पष्ट हो जाता है कि उच्छ्वासित वायु में कार्बन डाइऑक्साइड अधिक मात्रा में होती है। ध्यान दीजिए कि उच्छ्वासित वायु, श्वसन के प्रक्रम में हमारे मुख से बाहर निकाली जाती है।

अनेक जीव श्वसन प्रक्रम में पर्यावरण से ऑक्सीजन का अंत:ग्रहण फुफ्फुस या फेफड़ों द्वारा करते हैं जो श्वास लेने के लिए विशिष्ट अंग हैं। फुफ्फुस केवल उच्च श्रेणी के जीवों में पाए जाते हैं जिनमें मेंढक से लेकर मानव तक सभी सम्मिलित हैं। श्वसन के दौरान ऊर्जा का विमोचन अनेक रासायनिक अभिक्रियाओं के फलस्वरूप होता है जिनमें एंज़ाइम उत्प्रेरक की भूमिका निभाते हैं। यह रासायनिक अभिक्रियाएँ सभी जीवों की कोशिकाओं में संपन्न होती हैं तथा इन्हें **कोशिकीय श्वसन** कहते हैं। कोशिकीय श्वसन बैक्टीरिया जैसे सूक्ष्म जीवों से मानवों तक समस्त जीवों का सामान्य लक्षण है। इस प्रकार हम देखते हैं कि जीव जगत में संरचनात्मक स्तर पर अनेक विविधताएँ होते हुए भी उनमें प्रकार्य स्तर पर समरूपता है।

## पौधों में श्वसन

सभी जीवों में श्वसन प्रक्रम मूलत: समान होता है तथा इससे अंतत: ऊर्जा मुक्त अर्थात् विमोचित होती है। यह एक कोशिकीय प्रक्रम है जो सूत्रकणिका या माइटोकॉन्ड्रिया में होता है। कोशिकाओं में श्वसन माइटोकॉन्ड्रिया में होता है।

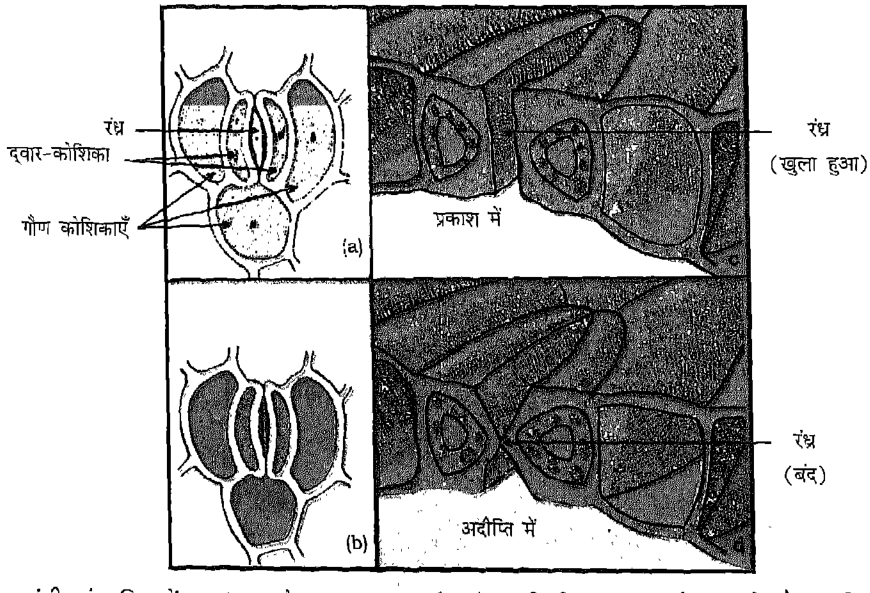
हम पढ़ चुके हैं कि पाचन के परिणामस्वरूप शर्करा के सरल रूप, यथा ग्लूकोस एवम् फ्रक्टोज़, प्राप्त होते हैं। श्वसन प्रक्रम के लिए शर्कराएँ कार्यद्रव के रूप में उपयोग होती हैं। इस प्रक्रम में ग्लूकोस के अणु ऑक्सीजन से अभिक्रिया कर कार्बन डाइऑक्साइड तथा जल के सरल यौगिकों में परिवर्तित हो जाते हैं। इस अभिक्रिया में ऊर्जा विमोचित होती है। श्वसन की अभिक्रिया को रासायनिक समीकरण के रूप में निम्नलिखित समीकरण द्वारा व्यक्त किया जा सकता है:

$$\underset{\text{ग्लूकोस}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{ऑक्सीजन}}{6O_2} \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{ऊर्जा}$$

सामान्यत: पौधों में श्वसन के लिए कोई विशिष्ट अंग नहीं होते। इनमें ऑक्सीजन तथा कार्बन डाइऑक्साइड जैसी गैसों का विनिमय विसरण जैसे सरल प्रक्रम द्वारा होता है, गैसों का विसरण पौधों की पत्तियों के पृष्ठ (की सतह) तथा अन्य वायुवीय भागों में पाए जाने वाले अतिसूक्ष्म खुले स्थानों द्वारा होता है। इन खुले स्थानों को **रंध्र** कहते हैं। रंध्रों तथा उनके निकट की कोशिकाएँ **रंध्री तंत्र** के नाम से जानी जाती हैं।

## रंध्री तंत्र

किसी रंध्री तंत्र में एक खुला स्थान अथवा रंध्र, जो दो रक्षक कोशिकाओं से घिरा होता है तथा अनेक सहायक कोशिकाएँ होती हैं (चित्र 7.9)। अपने चारों ओर स्थित कोशिकाओं में जल संचरण के कारण किसी रक्षक कोशिका में प्रसरण (फैलाव) अथवा सिकुड़न होता है जिससे रंध्र खुलते अथवा बंद होते हैं। रंध्रों के खुलने व बंद होने की घटना सामान्यतया दिन के समय होती है। ऑक्सीजन तथा कार्बन डाइऑक्साइड का आदान-प्रदान करने में रंध्र सहायता करते हैं। आप जानते हैं कि श्वसन के प्रक्रम में पौधों के सभी भाग कार्बन डाइऑक्साइड उत्पन्न करते हैं। तथापि, पौधों में गैसों के आदान-प्रदान अर्थात् विनिमय की दर इतनी तीव्र नहीं होती जितनी जंतुओं में होती है।



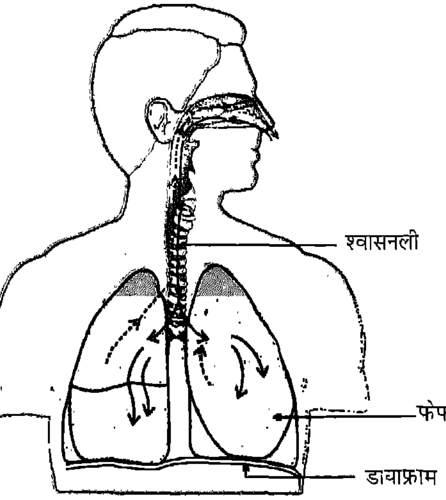

*चित्र. 7.9 रंध्री तंत्र जिसमें (a) खुले तथा (b) बंद रंध्र की स्थिति प्रदर्शित करते हैं। दाईं ओर इन स्थितियों के आवर्धित चित्र दिखाए गए हैं*

## क्रियाकलाप 6

पत्तियों की बाह्यत्वचा को उतारकर उनमें रंध्री तंत्र देखे जा सकते हैं। किसी गूदेदार पत्ती से उसकी बाह्यत्वचा अधिक आसानी से उतारी जा सकती है। पत्तियों की निचली बाह्यत्वचा में सामान्यतया रंध्र अधिक संख्या में पाए जाते हैं। इसीलिए रंध्रों का अध्ययन करने के लिए पत्तियों की निचली बाह्यत्वचा को हटाना अच्छा समझा जाता है। किसी पत्ती की बाह्यत्वचा उतारकर उसे काँच की किसी स्लाइड पर रखिए। इस पर पानी की एक बूँद डालिए तथा इसे काँच के आवरण से ढक दीजिए। अब किसी सूक्ष्मदर्शी द्वारा स्लाइड को देखिए। यदि सूक्ष्मदर्शी उपलब्ध न हो तो किसी ऐसे लैंस से भी स्लाइड को देखा जा सकता है जो वस्तु का 10 से 15 गुना आवर्धित प्रतिबिंब प्रदान कर सकता है।

### जंतुओं में श्वसन

आप जानते हैं कि श्वसन प्रक्रम का मुख्य उद्देश्य ऊर्जा उपलब्ध कराना है (चित्र 7.10)। यह प्रक्रम




*चित्र. 7.10 मानव के श्वसन अंग*

पौधों तथा जंतुओं दोनों में ही होता है। गैसों का विनिमय (श्वास द्वारा) करने के लिए जंतुओं, विशेषकर उच्चवर्ग के जंतुओं में फुफ्फुस तथा गिल जैसे कुछ विशिष्ट अंग पाए जाते हैं। आप इस तथ्य से भी परिचित हैं कि पौधों की भाँति जंतु अपना भोजन स्वयं संश्लेषित नहीं कर सकते तथा वह विषमपोषी होते हैं। जंतु, श्वसन के उपरांत उत्पन्न कार्बन डाइऑक्साइड का उपयोग पौधों की भाँति नहीं कर सकते। श्वसन के लिए आवश्यक ऑक्सीजन के संबंध में भी यह कथन सत्य है।

आप पढ़ चुके हैं कि पाचन के उपरांत भोज्य पदार्थ ऐसे सरल यौगिकों (ग्लूकोस/फ्रक्टोज़) में परिवर्तित हो जाते हैं जिनमें प्रचुर मात्रा में ऊर्जा होती है। जंतुओं के शरीर द्वारा यह यौगिक उस स्थान पर पहुँचा दिए जाते हैं जहाँ श्वसन का प्रक्रम संपन्न होना है। आप यह भी जानते हैं कि पौधों तथा जंतुओं दोनों में ही माइटोकॉन्ड्रिया वह स्थान है जहाँ श्वसन होता है। एंज़ाइमों की उपस्थिति में ऑक्सीजन से अभिक्रिया करके ग्लूकोस के विघटन द्वारा जल तथा कार्बन डाइऑक्साइड के बनने के साथ-साथ ऊर्जा के निर्मुक्त होने की प्रक्रिया अत्यधिक जटिल है। कुछ स्थितियों में शर्करा के अणु ऑक्सीजन की अनुपस्थिति में भी विघटित हो जाते हैं तथा ऊर्जा प्रदान करते हैं।

श्वसन से संबद्ध सभी अभिक्रियाओं को दो मुख्य वर्गों में विभाजित किया जा सकता है जिनमें एक ग्लाइकॉलिसिस तथा दूसरा ट्राइकार्बोक्सिलिक अम्ल (TCA) चक्र है। ग्लूकोस (6 कार्बन परमाणु युक्त यौगिक) के विघटन द्वारा कार्बन के तीन परमाणुयुक्त यौगिकों के बनने के प्रक्रम को ग्लाइकॉलिसिस कहा जाता है। इस प्रक्रम में ऑक्सीजन की उपस्थिति की आवश्यकता नहीं होती। यह प्रक्रम

वायुजीवी तथा अवायुजीवी दोनों ही प्रकार के जीवों में होता है।

TCA चक्र में कुछ जटिल रासायनिक अभिक्रियाओं के फलस्वरूप जल, कार्बन डाइऑक्साइड तथा ऊर्जा उत्पन्न होते हैं।

प्रोटीन तथा वसा जैसे पदार्थों का उपभोग भी श्वसन के दौरान ऊर्जा उत्पन्न करने के लिए किया जाता है। श्वसन प्रक्रम में अनेक एंज़ाइम भी अपना सहयोग प्रदान करते हैं। इन्हें **श्वसन एंज़ाइम** कहते हैं।

एककोशिक तथा लघु आकार के बहुकोशिक जीवों में सभी कोशिकाएँ अपने चारों ओर की वायु अथवा जल से ऑक्सीजन लेती हैं तथा कार्बन डाइऑक्साइड का निष्कासन भी इसी प्रकार करती हैं। वायु में लगभग 21% ऑक्सीजन होती है जबकि 37°C ताप पर जल में इसकी मात्रा लगभग 0.5% होती है। उच्च विकसित वर्ग के जीवों में श्वसन त्वचा, गिल, श्वासनली तथा फुफ्फुस (फेफड़ा) जैसे विशिष्ट अंगों द्वारा होता है।

केंचुए तथा जोंक जैसे जंतुओं की **त्वचा** चिकनी तथा नम होती है जिससे रक्त की अतिशय मात्रा में आपूर्ति होती है। इन जंतुओं के शरीर की समस्त त्वचा गैसों के विनिमय में योगदान करती है। कुछ जलस्थल चरों (अर्थात् ऐसे जीव जो जल तथा स्थल दोनों में वास कर सकते हैं) में भी त्वचा इसी प्रकार यह प्रकार्य करती है। मछलियाँ तथा अन्य जलीय जंतु (झींगा, केंकड़ा तथा ताजे जल में पाए जाने वाले मसल) अपने **गिल** अथवा उनसे मिलती-जुलती संरचनाओं की सहायता से श्वसन करते हैं।

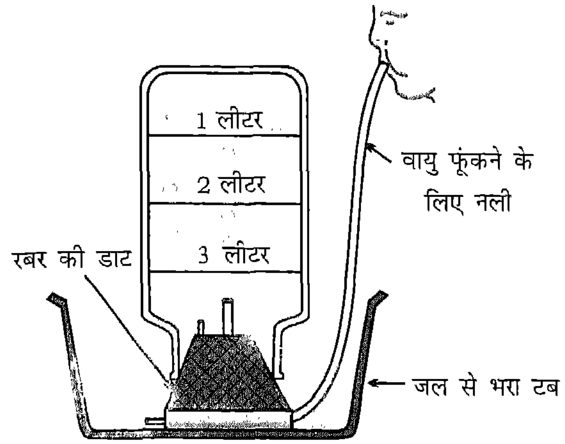
कीटों में शाखायुक्त श्वसन नलिकाएँ अथवा **श्वासनली** तथा उसकी शाखाएँ (श्वासनलिकाएँ) होती हैं। यह नलिकाएँ शरीर के पृष्ठ पर किसी छिद्र के रूप में खुलती हैं। शरीर के ऊपर तथा नीचे की ओर गति द्वारा यह वायु को अपने शरीर में प्रवेश कराती हैं तथा बाहर निकालती हैं। कीटों तथा लघु आकार के जंतुओं में ऑक्सीजन प्रदायी यह व्यवस्था पर्याप्त है।

बड़े आकार के जंतुओं तथा सभी कशेरुक स्थलचरों के लिए उपरोक्त व्यवस्था पर्याप्त नहीं है। इन जीवों में फुफ्फुस सहित अतिविकसित एवम् परिष्कृत व्यवस्था होती है। तालाबों में पाए जाने वाले घोंघों के समान कुछ अकशेरुक जंतुओं में थैलीनुमा संरचना होती है जो फुफ्फुस से मिलती-जुलती होती है।

गैसों के आदान-प्रदान के प्रक्रम में कुछ अन्य अंग भी सहयोग प्रदान करते हैं। उदाहरण के लिए, स्तनपायी जंतुओं में डायाफ्राम। आपने संभवत: गायों, कुत्तों तथा नन्हें शिशुओं में पसलियों को गति करते देखा होगा। मेंढक तथा मछली में श्वास लेने की विधि को देखने का प्रयास कीजिए।

### मानव में श्वसन

आप जानते हैं कि हमारे शरीर में फुफ्फुस वक्ष गुहा में स्थित होते हैं तथा यह पसलियों तथा डायाफ्राम द्वारा घिरे होते हैं। पसलियों तथा डायाफ्राम से जुड़ी पेशियों के विसरण (फैलाव) एवम् संकुचन के कारण ही हमारे फुफ्फुसों का भी विसरण एवम् संकुचन होता है। फुफ्फुस के विसरण एवम् संकुचन हमें निश्वास द्वारा वायु को अंदर लेने तथा उच्छ्वास द्वारा उसे बाहर धकेलने में सहायता करते हैं। किसी एक बार में जितनी वायु फुफ्फुसों के अंदर जाती है या उनसे बाहर धकेली जाती है उसे **फुफ्फुसी (टाइडल) आयतन** कहते हैं। मानवों के लिए यह लगभग 500 mL होता है। इस आयतन की माप चित्र 7.11 में दिखाई गई व्यवस्था से की जा सकती है। विश्राम की अवस्था अथवा सोते समय फुफ्फुसी आयतन का मान कम होता है जबकि दौड़ते अथवा व्यायाम करते समय यह बढ़ जाता है।




*चित्र 7.11 उच्छ्वासित वायु द्वारा आयतन की माप के लिए एक सरल उपकरण*

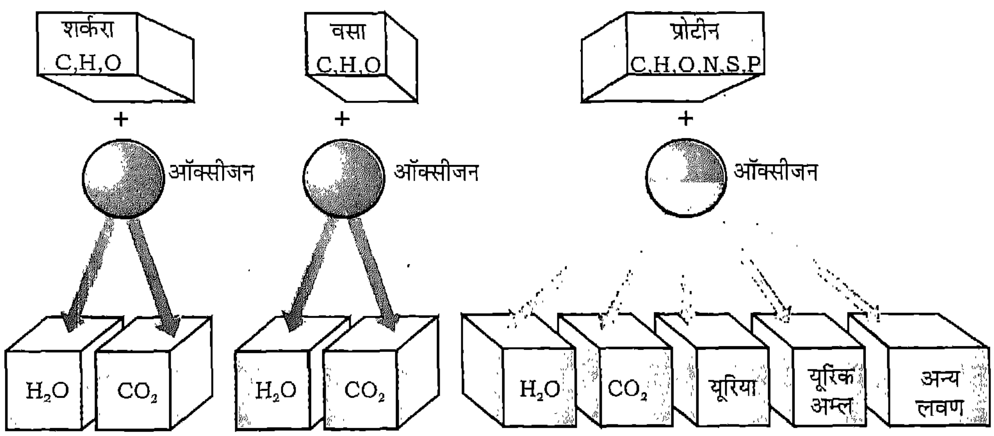
श्वास लेने की दर का नियंत्रण कुछ तंत्रिकाओं द्वारा किया जाता है जो मस्तिष्क के श्वसन केंद्र से निकलती हैं। तथापि, कार्बन डाइऑक्साइड की सांद्रता में अतिशय वृद्धि ऊतकों के लिए हानिकारक होती है क्योंकि इस गैस के जल में घुलने पर कार्बोनिक अम्ल बनता है।

हम जानते हैं कि ऑक्सीजन को विभिन्न अंगों तक पहुँचाना तथा वहाँ से कार्बन डाइऑक्साइड को वापस लाना रुधिर के सबसे महत्वपूर्ण प्रकार्यों में से एक कार्य है। हमारे रुधिर में हीमोग्लोबिन (Hb) नामक एक वर्णक पाया जाता है जो ऑक्सीजन से संयोग करके ऑक्सीहीमोग्लोबिन बनाता है। यह यौगिक ही हमारे शरीर में **श्वसन वाहक** का कार्य करता है।

1. निश्वासित तथा उच्छ्वासित वायु में कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा किस प्रकार भिन्न होती है? आप उच्छ्वासित वायु में कार्बन डाइऑक्साइड की उपस्थिति किस प्रकार सिद्ध करेंगे?
2. जंतुओं में पाए जाने वाले विभिन्न प्रकार के श्वसन अंगों का वर्णन कीजिए।
3. यह समझाइए कि हीमोग्लोबिन द्वारा ऑक्सीजन शरीर की कोशिकाओं तक किस प्रकार पहुँचाई जाती है तथा वहाँ से कार्बन डाइऑक्साइड किस प्रकार हटाई जाती है?

## 7.3 उत्सर्जन

शरीर से उपापचयी अपशिष्ट पदार्थों को हटाने के प्रक्रम को **उत्सर्जन** कहते हैं। हमारे शरीर में पदार्थों के निरंतर संश्लेषण (पोषण) तथा विघटन (श्वसन) के प्रक्रमों में अनेक ऐसे उप-उत्पाद निर्मित होते हैं जिनकी हमें आवश्यकता नहीं होती। कार्बन डाइऑक्साइड, यूरिया अथवा अमोनिया तथा यूरिक एसिड कुछ ऐसे उप-उत्पादों के उदाहरण हैं जिनका शरीर में किसी निश्चित सीमा से अधिक मात्रा में एकत्र होना विषाक्त हो सकता है (चित्र 7.12)। आप




***चित्र 7.12** शर्करा, वसा तथा प्रोटीन से बनने वाले अपशिष्ट पदार्थ*

जानते हैं कि जीवन के संपोषण के लिए यह आवश्यक है कि ऐसे पदार्थों को शरीर से निष्कासित कर दिया जाए। आप कार्बन डाइऑक्साइड के बनने तथा उसे निष्कासित करने के बारे में श्वसन प्रक्रम में पढ़ चुके हैं। अब हम शरीर द्वारा नाइट्रोजन युक्त अपशिष्ट पदार्थों को हटाने के विषय में अध्ययन करेंगे।

### पौधों में उत्सर्जन

पौधों में अपशिष्ट पदार्थों के निपटान के लिए एक अद्वितीय व्यवस्था होती है। सामान्यत:, पौधे अपशिष्ट पदार्थों का उपयोग अपना भोजन संश्लेषित करने में करते हैं। उदाहरण के लिए, प्रकाश-संश्लेषण के प्रक्रम में कार्बन डाइऑक्साइड का उपयोग होता है। पौधों में सामान्यत: उनमें उपस्थित लवणों के सांद्रण में अतिशय परिवर्तनों को सहन करने की सामर्थ्य होती है। आवश्यकता से अधिक लवण पौधों में क्रिस्टलों के रूप में संचित हो जाते हैं। उदाहरण के लिए, कैल्सियम कार्बोनेट तथा कैल्सियम ऑक्जेलेट के क्रिस्टल।

वृद्ध पादप कोशिकाओं की बृहत् आकार की रसधानियों में प्राय: उत्सर्जक पदार्थ पाए जाते हैं जो उनमें जीवनपर्यंत बने रहते हैं। पौधे अनेक अपशिष्ट उत्पादों का स्राव के रूप में उत्सर्जन करते हैं। गोंद, राल (रेजिन) तथा रबड़क्षीर पौधों द्वारा स्रवित किए जाने वाले कुछ अपशिष्ट हैं। इनका उपयोग आसंजक या गोंद, लाख, रबड़ तथा अन्य उपयोगी सामग्री निर्मित करने के लिए किया जाता है।

### जंतुओं में उत्सर्जन

जंतुओं में अमोनिया का अधिकांश भाग उपयोग नहीं हो पाता। अत: इसका उत्सर्जन या तो इसी रूप में अथवा इसे यूरिया या यूरिक एसिड में परिवर्तित करके किया जाता है।

हाइड्रा तथा स्पंज जैसे जलीय लघु जीवों में अमोनिया का जल में सीधा विसरण इनकी उन कोशिकाओं द्वारा किया जाता है जिनमें यह उत्पादित होती हैं। बृहत् जंतुओं में अमोनिया का सीधा विसरण बहुत अल्प मात्रा में होता है। अत:, इन जंतुओं में कुछ विशिष्ट अंग पाए जाते हैं। उदाहरण के लिए केंचुओं तथा जोंकों में नलिका संरचनाएँ (वृक्क नलिका), कीटों में मैलपीगी नलिका तथा कशेरुकों में वृक्क या गुर्दा। पिछली कक्षा में आप उत्सर्जन अंगों की संरचना तथा प्रकार्यों के विषय में अध्ययन कर चुके हैं।

### मानवों में उत्सर्जन

मानवों के उत्सर्जन प्रक्रम में यूरिया, स्वेद (या पसीना) तथा अपाचित भोज्य पदार्थ (मल) जैसे अपशिष्टों को शरीर से हटाना सम्मिलित है। अमोनिया तथा कार्बन डाइऑक्साइड के संयोग से यूरिया बनता है जिसका उत्सर्जन मूत्र द्वारा होता है (मूत्र में लगभग 95% जल, 2.5% यूरिया तथा 2.5% अन्य अपशिष्ट होते हैं)। किसी स्वस्थ व्यक्ति के मूत्र का संघटन लगभग एकसमान रहता है यद्यपि बीमारी की अवस्था में इसमें कुछ परिवर्तन हो सकता है। सामान्यत:, मूत्र में ग्लूकोस उपस्थित नहीं होता। यदि किसी व्यक्ति के मूत्र में ग्लूकोस उपस्थित हो तो वह व्यक्ति मधुमेह से पीड़ित हो सकता है। मधुमेह शरीर द्वारा उपयोग न की गई शर्करा को ग्लूकोस में परिवर्तित करने तथा उसको पुन: विघटित करने के प्रक्रम में बाधा उत्पन्न करती है।

शरीर से मूत्र को उत्सर्जित करने में प्रमुख भूमिका निभाने वाले अंग हैं : वृक्क, मूत्रवाहिनी, मूत्राशय तथा मूत्रमार्ग। त्वचा में पाई जाने वाली स्वेद-ग्रंथियाँ हमें शरीर से स्वेद (जल+लवण+यूरिया) को हटाने या उत्सर्जित करने में सहायता करती हैं।

अतिरिक्त शर्करा को शरीर से हटाने में यकृत् भी सहयोग प्रदान करता है। वह इस शर्करा को ग्लाइकोजन में परिवर्तित कर देता है ताकि इसका भविष्य में उपयोग किया जा सके। यकृत् आवश्यकता से अधिक प्रोटीनों को विघटित करने का कार्य भी करता है।

आप जानते हैं कि यूरिया को भली-भाँति उत्सर्जित करने के लिए हमारे शरीर को 2-3 लीटर जल की आवश्यकता होती है। जल की इतनी मात्रा शरीर में यूरिया के स्तर को किसी न्यून स्तर पर बनाए रखने के लिए भी आवश्यक है। स्ट्रेप्टोकोकस नामक बैक्टीरिया एक विषाक्त पदार्थ बनाता है जो वृक्क के सूक्ष्म छनित्रों को नष्ट कर देता है। ऐसी स्थिति में रुधिर कोशिकाएँ तथा एल्बुमिन मूत्र में मिल जाते हैं। मूत्र में रक्त की उपस्थिति वृक्कों के क्षतिग्रस्त होने का एक स्पष्ट संकेत प्रदान करती है।

वृक्क संबंधी रोगों के उपचार के लिए अब हमारे देश के अनेक अस्पतालों में समुचित सुविधाएँ उपलब्ध हैं। इनमें अपोहन या डायालिसिस तथा वृक्क प्रतिरोपण जैसी सुविधाएँ भी सम्मिलित हैं।

1. उत्सर्जन किसे कहते हैं? किसी व्यक्ति के संपोषण के लिए इसकी आवश्यकता क्यों होती है? समझाइए।
2. पौधों तथा उच्च वर्ग के जंतुओं में कार्बन डाइऑक्साइड को उत्सर्जित करने के प्रक्रम की तुलना कीजिए।
3. मूत्र के प्रमुख घटकों के नाम लिखिए।
4. यदि कोई व्यक्ति दिन भर में बहुत कम मात्रा में पानी पीता है तो उसके मूत्र की मात्रा भी कम हो जाती है। इससे उसके शरीर पर क्या प्रभाव पड़ सकता है?

**प्रमुख शब्द**

अवशोषण, अवायुवीय श्वसन, स्वपोषण, श्वास, पाचन, पाचक एंज़ाइम, उत्सर्जन, उत्सर्जक अंग, गिल, आसंजक (गोंद); विषमपोषण, कीटभक्षी, वृक्क, फुफ्फुस (फेफड़े), फुफ्फुस आयतन, पोषण, परजीवी, श्वसन, मृतजीवी, रंध्र, संपोषण, सहजीविता, परपोषित।

## सारांश

सभी जीवों में जीवित रहने की लालसा सर्वोपरि होती है।

जीवित रहने के लिए पोषण प्रक्रम, पर्यावरण की परिस्थितियों से अनुकूलन तथा विभिन्न प्रकार की बाधाओं पर विजय पाने की क्षमता आवश्यक है।

भोजन का अंत:ग्रहण, ऊर्जा प्रदान करने के लिए उसका विघटन तथा अपशिष्ट पदार्थों का शरीर द्वारा निष्कर्षण व्यष्टिगत जीवन को बनाए रखने के लिए आवश्यक है।

भोजन अंत:ग्रहण अर्थात् पोषण की विधि स्वपोषी अथवा विषमपोषी हो सकती है। अधिकांश पौधे स्वपोषी होते हैं जबकि मानवों सहित सभी जंतु विषमपोषी होते हैं।

पौधे मृतजीवी, परजीवी, सहजीवी और यहाँ तक कि कीटभक्षी भी हो सकते हैं।

पोषक आहार में कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, वसा, आवश्यक खनिज एवम् लवण जैसे सभी मूल यौगिकों का समावेश होना चाहिए।

पौधों द्वारा भोजन संश्लेषित करने के लिए कार्बन डाइऑक्साइड, जल तथा कुछ खनिजों को कच्चे माल के रूप में उपयोग किया जाता है।

मृदा से जल तथा खनिजों का अवशोषण मूल अथवा जड़ों द्वारा किया जाता है।

जंतुओं के पोषण प्रक्रम में अंतःग्रहण, पाचन, अवशोषण, स्वांगीकरण तथा उत्सर्जन सम्मिलित होते हैं।

मानवों में ऐमिलेस, पेप्सिन, ट्रिप्सिन, लाइपेस, ऐमीनोपेप्टाइलेस तथा सुक्रेस जैसे पाचक एंज़ाइमों का उत्पादन लाला ग्रंथियों, जठर ग्रंथियों, अग्न्याशय तथा आंत्र द्वारा किया जाता है।

ऑक्सीजन की उपस्थिति में शर्करा के सरल रूपों में विघटन द्वारा ऊर्जा निर्मुक्त होने वाले प्रक्रम को श्वसन कहते हैं।

श्वास लेने का प्रक्रम अंग-स्तर पर होता है जबकि श्वसन कोशिकीय प्रक्रम है।

निश्वासित वायु की तुलना में उच्छ्वासित वायु में कार्बन डाइऑक्साइड की प्रतिशत मात्रा अधिक होती है।

पौधों में पर्यावरण से गैसों का विनिमय रंध्री तंत्रों द्वारा होता है जबकि इस कार्य के लिए जंतुओं में सुविकसित अंग होते हैं।

शरीर से अपशिष्ट पदार्थों को हटाने के प्रक्रम को उत्सर्जन कहते हैं।

उच्च वर्गीय जंतुओं में वृक्क, स्वेद ग्रंथियाँ तथा यहाँ तक कि फुपफुस भी उत्सर्जन अंगों का कार्य करते हैं। निम्नवर्गीय जंतुओं में उत्सर्जन नलिका संरचनाओं एवम् मैलपीगी के रूप में होते हैं।

## अभ्यास

1. विभिन्न जैविक प्रक्रमों को संपन्न करने के लिए सभी जीवों को ———— की आवश्यकता होती है।

2. मानवों में निम्नलिखित प्रकार्यों से संबद्ध अंगों के नाम लिखिए:

   (a) पाचन (b) खनिजों का स्वांगीकरण (c) श्वसन

   (d) कार्बन डाइऑक्साइड का निष्कर्षण

3. श्वसन द्वारा उत्पादित ऊर्जा के लिए प्रयुक्त ईंधन का नाम बताइए।

4. निम्नलिखित में उन कथनों के लिए 'T' लिखिए जो सत्य हैं तथा उनके लिए 'F' लिखिए जो सत्य नहीं हैं:
   (a) श्वसन एक प्रकार के ऐसे दहन के समान है जो सामान्य ताप पर होता है।
   (b) श्वास एक ऐसा प्रक्रम है जो कोशिकीय स्तर पर संपन्न होता है।
   (c) श्वसन प्रक्रम द्वारा ऑक्सीजन निर्मुक्त होती है।

5. स्वपोषी तथा विषमपोषी पोषण विधियों में परस्पर क्या अंतर होते हैं?

6. प्राणिसम पोषण के प्रकम में भोजन अंतःग्रहण, ———, अवशोषण, ——— तथा निष्कर्षण जैसे चरण सम्मिलित होते हैं।

7. कुछ पौधों में परजीवी तथा मृतजीवी दोनों के ही लक्षण होते हैं। उदाहरण की सहायता से समझाइए।

8. पौधों में जल तथा खनिजों के अवशोषण का प्रक्रम समझाइए।

9. अमीबा, हाइड्रा, तितली तथा मेंढक में भोजन अंतःग्रहण की विधियों का वर्णन कीजिए।

10. पाचक एंज़ाइमों से आपका क्या तात्पर्य है? उनके स्रोतों के नाम लिखिए तथा उनके प्रकार्यों का वर्णन कीजिए।

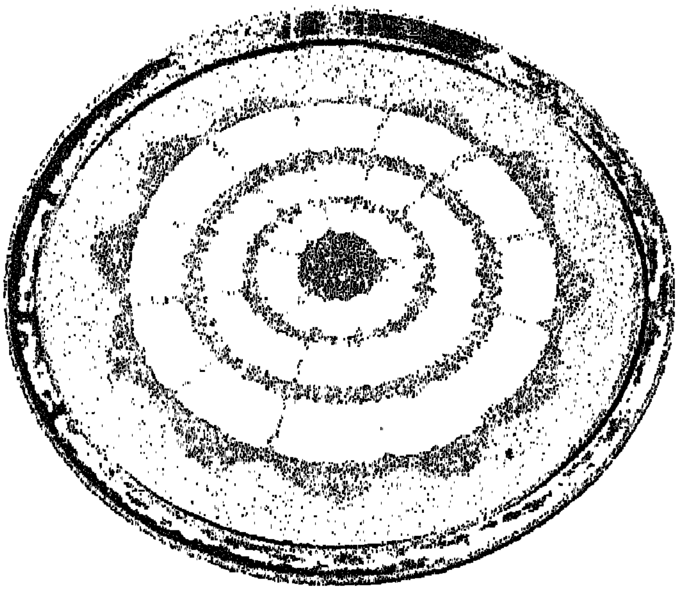
11. पौधों में श्वसन का महत्व समझाइए।

12. नामांकित चित्रों की सहायता से जंतुओं के श्वसन अंगों पर एक लेख लिखिए।

13. 'शरीर में उप-उत्पादों के रूप में बनने वाले अपशिष्ट पदार्थों को हटाने के प्रक्रम को उत्सर्जन कहते हैं।' इस कथन का औचित्य स्पष्ट कीजिए।

14. अमीबा, पैरामीशियम तथा कीटों में उत्सर्जन प्रक्रम का वर्णन कीजिए।

15. मानव शरीर द्वारा उत्सर्जित किए जाने वाले विभिन्न प्रकार के अपशिष्ट पदार्थों के नाम बताइए।



अध्याय 8

# सजीवों में नियंत्रण एवम् समन्वय

आपने **पोर्टुलाका** अथवा दूसरे पुष्पी पौधे देखे होंगे जिनमें प्रातःकाल फूल खिलते हैं। कचनार जैसे कुछ पौधों की पर्णिकाएँ सांध्यकाल में मध्यशिरा की ओर मुड़ कर मुरझा जाती हैं। आप यह भी जानते हैं कि पानी न देने पर पौधे मुरझा अथवा लटक जाते हैं। छुई-मुई के पौधे की पत्तियाँ स्पर्श-मात्र से ही बंद हो जाती हैं। संभवतः आपने पक्षियों को वृक्षों की शाखाओं या बिजली के तारों पर अपना संतुलन साधते भी देखा होगा। स्वादिष्ट भोजन देखते ही मुँह में पानी आना अथवा खतरे का आभास होते ही भाग खड़े होना सामान्य अनुभव हैं। ऐसी अनेकों परिस्थितियाँ हैं जिनका सामना प्रत्येक जीव करता है तथा उनके अनुरूप अनुक्रिया करके अपने को जीवित रखता है। जीव सफलतापूर्वक जीवन निर्वाह किस प्रकार करते हैं? ऐसा वे अपने क्रियाकलापों में समन्वय स्थापित करके करते हैं।

समुचित समन्वयन द्वारा वह पर्यावरण की विपरीत स्थितियों का सामना भी सफलतापूर्वक करते हैं। यह जीवन निर्वाह के लिए आवश्यक भी है। इस अध्याय में आप अध्ययन करेंगे कि समन्वय किस प्रकार स्थापित होता है, इसमें कौन-से अंग भाग लेते हैं तथा इसका नियंत्रण किस प्रकार होता है।

## 8.1 उद्दीपन-अनुक्रिया

आपको कैसा लगता है जब आपका मनपसंद भोजन आपके सामने हो? उसको देखने अथवा उसकी गंध मात्र से ही मुँह में पानी आ जाता है। मनपसंद खाना सामने आते ही आप उसे अविलंब खाने लगते हैं। परंतु, जब ऐसा भोजन परोसा जाए जो आपको पसंद नहीं है तब आप भोजन करने में कोई रुचि नहीं दिखाते। देखा आपने! आपकी अपनी अनुक्रिया भी परिस्थिति (उद्दीपन अथवा उत्तेजना) के अनुसार बदलती है। उदाहरणार्थ, किसी खतरे का सामना होने पर क्या होता है? प्रारंभ में आप चिल्लाकर पीछे हट जाते हैं या कूद जाते हैं। बाद में आप उस स्थिति से बचने के लिए भाग खड़े होते हैं। आपका मुँह लाल हो जाता है तथा दिल की धड़कन बढ़ जाती है। परंतु, कुछ समय बाद आप सामान्य हो जाते हैं।

उपरोक्त उदाहरणों से हम कह सकते हैं कि सजीव परिस्थितियों के अनुरूप प्रतिक्रिया करते हैं। परिस्थितियाँ स्वयं उद्दीपक का कार्य करती हैं। परिस्थिति के अनुरूप प्रतिक्रिया को जीव की अनुक्रिया कहते हैं। वे परिस्थितियाँ जो अनुक्रिया को प्रारंभ करती हैं **'उद्दीपन'** कहलाती हैं। प्रत्येक जीव अनेक प्रकार के उद्दीपनों का सामना करता है। वह इन उददीपनों का सामना किसी पूर्वनियोजित ढंग से नहीं करता। यह परिस्थिति एवम् समयानुसार बदलता रहता है। परंतु, आप देखेंगे कि अनुक्रिया की प्रकृति उद्दीपक की प्रकृति पर निर्भर करती है। हम उद्दीपन के विषय में और अध्ययन करेंगे।

सामान्यत: उद्दीपन दो प्रकार के होते हैं:

(i) बाह्य, तथा
(ii) आंतरिक

**बाह्य उद्दीपन :** बाह्य उद्दीपन पर्यावरणीय कारकों जैसे प्रकाश, ऊष्मा, जल तथा वायु द्वारा होता है। यह दूसरे जीवों के कारण भी हो सकता है। एक जंतु दूसरे पर हमला करता है। हम पौधों की कटाई-छँटाई करते हैं अथवा फूल या फल तोड़ते हैं। इन सभी परिस्थितियों में एक जीव दूसरे जीव के लिए उद्दीपक का कार्य करता है। आप अपने अनुभवों से इस सूची का विस्तार कर सकते हैं।

हम **अनुक्रिया** को दो प्रकार से वर्गीकृत कर सकते हैं : पहली, त्वरित, स्वत: अथवा तुरंत होने वाली अनुक्रिया। इन्हें **प्रतिवर्ती क्रिया** कहते हैं। दूसरी, धीमी अथवा प्रतिवर्ती क्रिया के बाद होने वाली अनुक्रिया जो उद्दीपन की प्रकृति पर निर्भर करती है। उदाहरण के लिए, जब कभी आपका पैर किसी नुकीली वस्तु (पत्थर, काँटे अथवा कील) पर पड़ जाता है तब आप प्रतिवर्ती क्रिया के कारण तुरंत अपना पैर हटा लेते हैं और बाद में चोट के स्थान की जाँच करके उचित कार्यवाही करते हैं। यह रूपांतरित अनुक्रिया है।

आइए, कोई दूसरा उदाहरण लें। मान लीजिए कि आप अपनी कक्षा में शोर मचा रहे हैं तथा एकाएक मुख्याध्यापक आ जाते हैं। क्या होता है? आप त्वरित, अचेतन अनुक्रिया करते हुए या तो अपने मुँह को हाथों से ढक लेते हैं अथवा पीछे मुड़ जाते हैं। रूपांतरित अनुक्रिया के कारण आप क्षमा याचना करते हैं तथा ऐसा कार्य फिर से नहीं करने का आश्वासन भी देते हैं। ठीक इसी प्रकार, सभी जीव उद्दीपन एवम् समय के अनुसार अपनी

अनुक्रिया में भी परिवर्तन लाते रहते हैं। यह जीवन निर्वाह के लिए आवश्यक भी है।

कभी-कभी आप बैठे-बैठे अपना सिर खुजाने लगते हैं अथवा पैरों को हिलाते रहते हैं अथवा अपने हाथ की पेन या पेंसिल या पेपरवेट को घुमाते रहते हैं। क्या यह भी अनुक्रियाएँ हैं? जी हाँ, यह भी अनुक्रियाएँ हैं। परंतु इन्हें उद्देश्यहीन क्रियाएँ कहा जाता है। ऐसी अनुक्रिया किसी तनाव अथवा किसी दूसरे के साथ तर्क-वितर्क जैसी स्थिति में अधिक दिखाई पड़ती हैं। इसे तंत्रिकोत्तेजन अथवा चित्तोतेजन भी कहते हैं। क्या आप कुछ अन्य ऐसी घटनाओं का स्मरण कर सकते हैं।

### *क्रियाकलाप 1*

आप ऐसी कुछ और प्रतिक्रियाओं की सूची बनाकर उन्हें प्रतिवर्ती (त्वरित) तथा अनुवर्ती अनुक्रिया में वर्गीकृत कीजिए। याद रखिए कि अनुवर्ती क्रिया भी सुसमन्वित होती हैं तथा प्रतिवर्ती अनुक्रिया के अनुवर्ती (साथ-साथ) हो सकती हैं।

उद्दीपन के प्रति अनुक्रिया जीव के लिए सदा सहायक होती है। उद्दीपन आवेग का भली-भाँति विश्लेषण के बाद, उचित समय पर की गई अनुक्रिया और भी अधिक उपयोगी सिद्ध हो सकती है। किसी जीव के जीवन निर्वाह के लिए उचित अनुक्रिया का होना आवश्यक है। कभी-कभी एक ही प्रकार का उद्दीपन बार-बार (पुनरावृत्ति) होने से अनुक्रिया प्रतिबंधित (प्रतिवर्ती) भी हो सकती है। उदाहरण के लिए यदि हम अपने कुत्ते को एक निर्धारित समय पर भोजन देते हैं तो वह भोजन प्राप्त होने के तुरंत बाद अनुक्रिया करता है। यदि हम कुत्ते को खाना देने के समय हर बार घंटी भी बजाएँ तब भी वह उसी प्रकार व्यवहार करेगा। यदि यह प्रक्रिया आप कुछ दिनों तक दोहराते रहें और फिर किसी दिन बिना भोजन दिए ही आप घंटी बजा दें तब भी कुत्ते के मुँह से लार टपकने लगेगी जो कि कुत्ते की अनुक्रिया का द्योतक है। सर्वप्रथम पावलोव नामक प्रसिद्ध वैज्ञानिक ने इस प्रयोग को किया था। आप ऐसे कई कार्यकलापों के विषय में जानते हैं जो प्रतिबंधित अनुक्रियाएँ हैं। उदाहरणत:, यदि आप प्रात: किसी समय पर उठने के लिए अलार्म वाली घड़ी का नियमित प्रयोग करते हैं तब यदि किसी दिन घड़ी का अलार्म न भी बजे तब भी आपकी नींद उसी समय खुल जाती है। कुछ आदतों एवम् अभिवृत्तियों का विकास प्रतिबंधित (प्रतिवर्ती) अनुक्रियाओं द्वारा होता है।

**आंतरिक उद्दीपन :** यह जीव के शरीर में ही उत्पन्न होते हैं। आमाशय में अम्ल का अधिक स्रवण अथवा शरीर के विभिन्न अंगों द्वारा एंज़ाइम तथा हॉर्मोन का अधिक मात्रा में स्रावित होना आंतरिक उद्दीपन के कुछ उदाहरण हैं।

**इन्हें उत्तर दीजिए**

1. यदि कोई जीव अनुक्रिया में समन्वयन नहीं कर सके तो उसके जीवन पर क्या प्रभाव पड़ेगा?
2. उद्दीपन के किसी एक अनुभव का नाम लिखिए जिसका अवलोकन सामान्यत: आप करते हैं।
3. क्या होता है जब आपका मित्र अचानक आपको पिन चुभा देता है?
4. किसी एक आंतरिक उद्दीपन का नाम लिखिए।

## 8.2 समन्वय में भाग लेने वाले अंग

उद्दीपन के प्रति अनुक्रिया यद्यपि साधारण प्रतीत होती है परंतु यह एक भली-भाँति समन्वित चरणबद्ध प्रक्रम है। इस प्रक्रम में अनेकों अंग जैसे कि मस्तिष्क,

मेरु रज्जु, ग्रंथियाँ, पेशियाँ तथा रासायनिक पदार्थ आपस में समन्वय स्थापित करके उद्दीपन के प्रति उचित अनुक्रिया दर्शाते हैं। किसी प्रक्रम के रूप में अनुक्रिया का समन्वय सभी जीवों का उभयनिष्ठ अभिलक्षण है। परंतु, पौधों एवम् प्राणियों में यह कुछ भिन्न हो सकता है। पौधों में यह सदा ही दृष्टिगोचर नहीं होता। परंतु, कुछ पौधों में यह त्वरित एवम् दृष्टिगोचर है जैसे कि 'छुई-मुई का पौधा'। जब आप किसी पौधे की कटाई-छँटाई करते हैं अथवा फूल या पत्ती तोड़ते हैं तब जंतुओं की तरह वह न तो चीख-चिल्ला सकते हैं और न ही दौड़ कर कहीं और जा सकते हैं। इसका अर्थ कदापि यह नहीं है कि पौधों में अनुक्रिया नहीं होती। यदि आप किसी पौधे की सभी पत्तियाँ हटा दें तो कुछ समय बाद वह मर भी सकता है। यदि हमें अधिक समय तक पीने के लिए जल न मिले तो हमें बहुत कष्ट होता है। जल के अभाव में दूसरे जंतु भी बेचैन हो जाते हैं। आप जानते ही हैं कि गर्मी के मौसम में पौधों को बार-बार पानी देना पड़ता है। शैवाल जैसे कुछ निम्न पौधों एवम् कवक में कशाभ (फ्लैजिला) तथा कशाभिका (सीलिया) होते हैं जो उद्दीपन-अनुक्रिया में सहायता करते हैं। कुछ रासायनिक पदार्थ भी पौधों तथा प्राणियों (जंतुओं) में अनुक्रिया के समन्वय में सहायक होते हैं।

## 8.3 तंत्रिका समन्वय

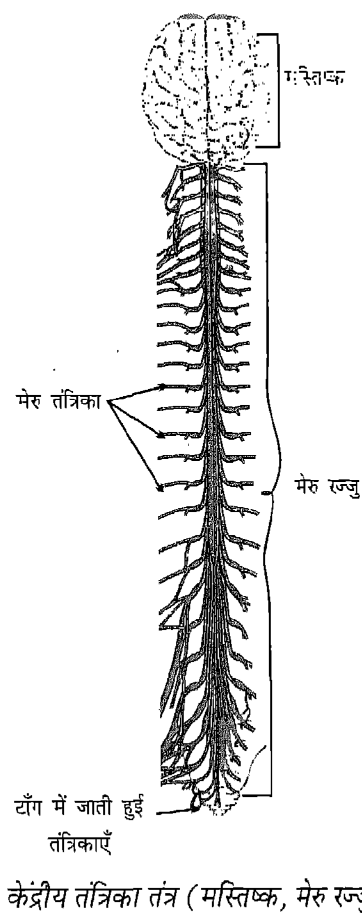
मनुष्य सहित सभी प्राणियों में उद्दीपन के प्रति अनुक्रिया का समन्वय तंत्रिका तंत्र के माध्यम से होता है। कार्यानुसार तंत्रिका तंत्र दो प्रकार का होता है:

(i) केंद्रीय तंत्रिका तंत्र

(ii) स्वचालित तंत्रिका तंत्र

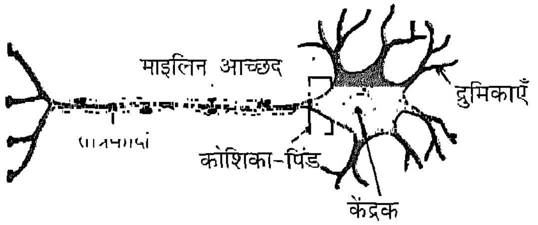
केंद्रीय तंत्रिका तंत्र ऐच्छिक तथा चेतन प्रक्रियाओं का समन्वय करता है। मस्तिष्क, मेरु रज्जु तथा तंत्रिकाएँ इसके मुख्य अंग (भाग) हैं। स्वचालित तंत्रिका तंत्र अनैच्छिक तथा अवचेतन क्रियाओं का नियंत्रण करता है। यह अरेखित पेशियों, हृदय, ग्रंथियों एवम् आंतरिक अंगों का नियमन करता है। विशिष्ट केंद्रों द्वारा मस्तिष्क, मेरु रज्जु तथा तंत्रिकाएँ इसमें भाग लेती हैं। केंद्रीय तथा स्वचालित दोनों प्रकार के तंत्रिका तंत्रों में अन्योन्यक्रिया की क्रियाविधि समान है।

जैसाकि हम पहले पढ़ चुके हैं, केंद्रीय तंत्रिका तंत्र में मस्तिष्क, मेरु रज्जु तथा तंत्रिकाएँ होती हैं (चित्र 8.1)। यह तंत्रिका कोशिका से बने होते हैं। तंत्रिका कोशिका को **न्यूरॉन** अथवा तंत्रिकोशिका भी कहते हैं।




***चित्र 8.1** केंद्रीय तंत्रिका तंत्र (मस्तिष्क, मेरु रज्जु तंत्रिकाएँ)*

तंत्रिकोशिका, तंत्रिका तंत्र की मूल (सूक्ष्मतम क्रियात्मक) इकाई है। हमारे शरीर में करोड़ों तंत्रिकोशिकाएँ है। प्रत्येक तंत्रिकोशिका का मुख्य भाग **कोशिकाय** कहलाता है। कोशिकाय में एक केंद्रक होता है। इससे छोटे-छोटे शाखान्वित उद्वर्ध निकलते हैं जिन्हें **द्रुमिका** कहते हैं। कोशिकाय से धागे के समान एक अशाखीय लंबा उद्वर्ध भी निकलता है जो **तंत्रिकाक्ष** कहलाता है। इस प्रकार किसी तंत्रिकोशिका में एक ओर तो तंत्रिकाक्ष होता है तथा दूसरी ओर अनेकों द्रुमिकाएँ होती हैं (चित्र 8.2)।




*चित्र 8.2 तंत्रिकोशिका की संरचना*

एक तंत्रिकोशिका, तंत्रिकाक्ष द्वारा दूसरी तंत्रिकोशिका से जुड़ी होती है। अकसर तंत्रिकाक्ष एक आवरण से आच्छादित होता है जिसे 'माइलिन आच्छद' कहते हैं। इससे तंत्रिका आवेग की गति कई गुना बढ़ जाती है। संदेश ले जाने वाले तंत्रिका आवेग की गति 100 m/s होती है।

सबसे पहले हम तंत्रिका समन्वय का अध्ययन करेंगे। तंत्रिकोशिकाएँ शरीर की सबसे लंबी कोशिकाएँ हैं। यह पेशी कोशिकाओं से भी लंबी होती हैं। सामान्यत: इनकी लंबाई कुछ सेंटीमीटर होती है। तंत्रिकोशिकाएँ आपस में संगठित होकर तंत्रिका बनाती हैं। हमारे शरीर में तंत्रिकाओं का जाल बिछा होता है। यह शरीर के प्रत्येक भाग को मेरु रज्जु तथा मस्तिष्क से जोड़ती हैं। मस्तिष्क से 12 जोड़ी तथा मेरु रज्जु से 31 जोड़ी तंत्रिकाएँ निकलती हैं। जो तंत्रिकाएँ शरीर के विभिन्न भागों से सूचना मस्तिष्क अथवा मेरु रज्जु तक ले जाती हैं उन्हें **संवेदी तंत्रिका** अथवा **अभिवाही तंत्रिका** कहते हैं। जो तंत्रिकाएँ मस्तिष्क अथवा मेरु रज्जु से अन्य भागों तक संदेश ले जाती हैं, उन्हें **प्रेरक तंत्रिका** अथवा **अपवाही तंत्रिका** कहते हैं। ग्राही अंगों से तंत्रिका आवेग मेरु रज्जु से होता हुआ मस्तिष्क तक पहुँचता है। यह मस्तिष्क से मेरु रज्जु से होता हुआ पेशियों तथा अन्य अंगों तक पहुँचता है जो **कार्यकर** अथवा **प्रभावी** कहलाते हैं। प्रतिवर्ती अनुक्रिया में संदेश मेरु रज्जु तक जाता है जहाँ विश्लेषण के उपरांत आदेश संबंधी आवेग प्रभावी तक वापस भेज दिया जाता है। इस प्रकार, अनुक्रिया के लिए यह एक छोटा मार्ग अपनाता है।

## 8.4 समन्वय ग्राही में भाग लेने वाले अन्य अंग

तंत्रिका तंत्र के अतिरिक्त जो अंग उद्दीपन ग्रहण करते हैं, ग्राही अंग कहलाते हैं। हमारे पाँच प्रमुख ग्राही अंग हैं जिन्हें ज्ञानेन्द्रिय कहते हैं। वे विभिन्न उद्दीपनों को ग्रहण करते हैं तथा उचित अनुक्रिया में भी भाग लेते हैं। ये ज्ञानेन्द्रियाँ हैं, आँख (दृश्य), कान (ध्वनि), नाक (गंध), ज़ीभ (स्वाद) तथा त्वचा (स्पर्श)। यह अंग विशिष्ट प्रकार के उद्दीपन तथा अनुक्रिया के लिए विशेष रूप से अनुकूलित होते हैं। शरीर में इनकी स्थिति निश्चित होने के कारण इन्हें **स्थिर अनुक्रिया ग्राही अंग** कहते हैं। उद्दीपन को एक विशेष अंग प्रवर्तित (ग्राही) करना होता है। आइए, हम इन ग्राही अंगों की भूमिका का अध्ययन करें।

**जीभ** (जिह्वा) एक महत्वपूर्ण ज्ञानेन्द्रिय है जिसके द्वारा खाते समय भोजन का स्वाद पता चलता है। जीभ की सतह पर सीलिया-युक्त लंबे संवेदी कोशिकाओं के समूह स्वाद-कलिका के

रूप में फैली रहती हैं। यह कलिकाएँ विभिन्न प्रकार के स्वाद पहचानने में सहायता करती हैं। हमें सामान्यत: चार प्रकार के स्वाद– मीठा, कड़वा, खट्टा तथा नमकीन–की पहचान जीभ के विभिन्न स्वाद क्षेत्रों में फैली विशिष्ट स्वाद कलिकाओं की सहायता से होती है।

जीभ में विभिन्न स्वाद कलिकाओं की स्थिति के विषय में आप पिछली कक्षा में पढ़ चुके हैं।

**नाक** गंध की पहचान करने में सहायक है। नासा गुहा के ऊपरी भाग पर सीलिया-युक्त कोशिकाओं की पर्त होती है जो ग्राही अंग का कार्य करते हैं। इस पर्त से संवेदी तंतु मस्तिष्क तक जाते हैं। विभिन्न अध्ययनों से पता चला है कि मनुष्य की अपेक्षा अन्य कशेरुक जंतुओं में घ्राण (सूँघने की) क्षमता अधिक होती है। आप में से कुछ ने अपराधियों का पता लगाने के लिए पुलिस द्वारा कुत्तों की सहायता लेते देखा होगा।

आजकल कुत्तों की घ्राण क्षमता का उपयोग अपराधियों द्वारा छुपाए गए मादक पदार्थों तथा विस्फोटक सामग्री का पता लगाने के लिए भी किया जाता है। कुत्तों की कुछ विशेष नस्ल को इस कार्य के लिए विशेष रूप से प्रशिक्षित किया जाता है।

**आँख** को प्रकाश का सबसे दक्ष ग्राही अंग माना जाता है। आँख की संरचना जटिल है जो उसे देखने तथा वर्णभेद (रंगों की पहचान) करने में सहायता करती है। अन्य जंतुओं की अपेक्षा मनुष्य की वर्ण विभेदन क्षमता अधिक है। आँख द्वारा प्रकाश उद्दीपन ग्रहण करके दृष्टि तंत्रिका द्वारा संदेश मस्तिष्क तक भेज दिया जाता है। आँख के विभिन्न भाग प्रतिबिंब, वर्ण (रंग) तथा विभेदन ग्रहण करने में सहायक हैं। एकाएक तेज प्रकाश के पड़ने से आँखें तुरंत बंद करने के लिए आँख के कुछ भाग सहायता करते हैं। यह प्रतिवर्ती अनुक्रिया के कारण होता है।

**कान** ध्वनि तरंगों को ग्रहण कर सुनने में सहायता करते हैं। विभिन्न प्रकार की ध्वनि कान में विभिन्न प्रकार के कंपन पैटर्न उत्पन्न करती है जिन्हें तंत्रिका आवेग के रूप में मस्तिष्क को भेज दिया जाता है। कान शारीरिक संतुलन बनाए रखने में भी महत्वपूर्ण योगदान देते हैं।

स्थिर अनुक्रिया ग्राही अंगों के अतिरिक्त **स्वतंत्र ग्राही** भी बड़ी संख्या में पाए जाते हैं। यह त्वचा की पूरी सतह पर फैले होते हैं। यह अँगुली के पोर, हथेली, पैरों इत्यादि में पाए जाते हैं। यह ऐसे उद्दीपन ग्रहण करते हैं जिनकी अभिव्यक्ति गर्म अथवा ठंडा, दाब तथा पीड़ा जैसी अनुक्रिया के रूप में होती है।

**इन्हें उत्तर दीजिए**

1. तंत्रिका समन्वय में भाग लेने वाले महत्वपूर्ण अंगों के नाम लिखिए।
2. अनैच्छिक तथा अवचेतन क्रियाओं का समन्वय किस तंत्र द्वारा किया जाता है?
3. एक तंत्रिकोशिका दूसरी तंत्रिकोशिका के साथ किस प्रकार जुड़ी होती है?
4. तंत्रिकोशिका के उस भाग का नाम लिखिए जो संदेश के तीव्र गति से संवहन में सहायक है।
5. ग्राही अंग किसे कहते हैं? दो उदाहरण दीजिए।
6. आँख को स्थिर अनुक्रिया अंग क्यों कहा जाता है?

## 8.5 अनुक्रिया समन्वय की क्रियाविधि

बहुकोशिक जीवों में समन्वय की क्रियाविधि अति विकसित होती है। कोई उद्दीपन ग्रहण किया जाता है तथा उसके अनुरूप अनुक्रिया होती है। बाह्य तथा आंतरिक दोनों ही प्रकार के उद्दीपनों के प्रति अनुक्रिया होती है। अनुक्रिया समन्वय की कार्यविधि में भाग लेने वाले अंगों के विषय में हम पिछले खंड में पढ़ चुके हैं। उद्दीपन के प्रति अनुक्रिया के लिए तंत्रिका तंत्र में तंत्रिका मार्ग के माध्यम से

समन्वय हेतु विस्तृत मार्ग उपलब्ध है। यह एक चरणबद्ध प्रक्रम है। इसके तीन चरण हैं :

### *(i) उद्दीपन अथवा संदेश ग्रहण करना*

समन्वय में पहला चरण संदेश अथवा सूचना को ग्रहण करना है। उद्दीपन एक संदेश है। इसे शरीर के ग्राही अंगों (संवेदी अंगों) द्वारा ग्रहण किया जाता है। जैसा कि पहले बताया जा चुका है इन ग्राही अंगों को ज्ञानेन्द्रियाँ कहते हैं। यह उद्दीपन ग्रहण करने में सहायक हैं। यह आने वाले संदेश अथवा उद्दीपन को तंत्रिका आवेग में परिवर्तित कर देते हैं। विशेष तंत्रिकाओं द्वारा यह तंत्रिका आवेग मस्तिष्क तक संचरित किए जाते हैं। ऐसी तंत्रिकाओं को **संवेदी तंत्रिकाएँ** कहते हैं। त्वरित अनुक्रिया के लिए संदेश, तंत्रिका आवेग के रूप में मेरु रज्जु को भी संचरित होने चाहिए। ऐसी अनुक्रिया को **प्रतिवर्ती क्रिया** कहते हैं।

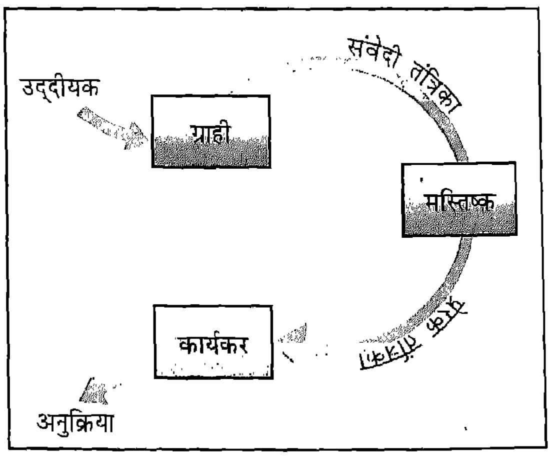
### *(ii) संदेश का विश्लेषण*

संदेश प्राप्त होने के बाद मस्तिष्क इसका विश्लेषण करता है। मस्तिष्क में स्थित विशेष तंत्रिका केंद्रों द्वारा इसकी छानबीन तथा विश्लेषण होता है। इसके उपरांत शरीर के विभिन्न अंगों तक उचित आदेश भेजे जाते हैं। यह तंत्रिका केंद्र वास्तव में मस्तिष्क के विशेष क्षेत्र हैं जो विशिष्ट उद्दीपन के संदेश प्राप्त करते हैं तथा उसके अनुरूप आदेश देते हैं। विभिन्न संदेशों का विश्लेषण विभिन्न तंत्रिका क्षेत्रों द्वारा किया जाता है। इस प्रकार, हम कह सकते हैं कि विभिन्न अनुक्रियाएँ मूलतः मस्तिष्क के अलग-अलग क्षेत्रों में आदेश के रूप में तैयार की जाती हैं।

### *(iii) अनुक्रिया का स्थानांतरण*

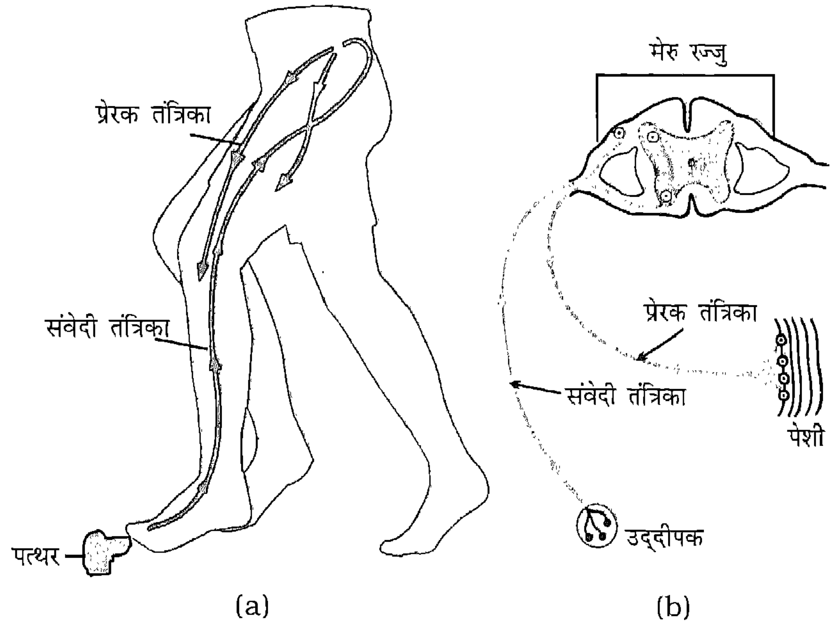
मस्तिष्क द्वारा तैयार किए गए आदेश (अनुक्रिया) को संबंधित अंग तक भेजना आवश्यक है। यह अंग निर्देशानुसार कार्य करते हैं। इसलिए, इन्हें **कार्यकर** कहते हैं। आदेश (अनुक्रिया) का गमन **प्रेरक तंत्रिकाओं** अथवा **मोटर तंत्रिका** के माध्यम से होता है। कार्यकर अंग उचित कार्यवाही के लिए उत्तरदायी हैं। पेशियाँ तथा ग्रंथियाँ सामान्य कार्यकर हैं। उद्दीपन द्वारा प्रभावित भाग (अंग) कार्यकर द्वारा हटा लिया जाता है। उदाहरणतः, पैर में अचानक कोई नुकीली वस्तु चुभ जाने पर पैर की पेशियाँ पैर को तुरंत हटा देती हैं। पेशियाँ कार्यकर का एक उदाहरण हैं।

किसी अनुक्रिया के समन्वय का मार्ग निश्चित है। यह ग्राही अंगों से प्रारंभ होकर, संवेदी तंत्रिका, मस्तिष्क तथा प्रेरक तंत्रिका से होते हुए कार्यकर अंग तक पहुँचता है। इस प्रकार, एक चाप बनता है जिसे **प्रतिवर्ती चाप** कहते हैं (चित्र 8.3)। प्रतिवर्ती क्रिया त्वरित तथा स्फूर्त (तुरंत) होती है। आइए, इसे घुटने को झटकने अथवा किसी ठोस वस्तु को लात मारने का उदाहरण लेकर समझें।




*चित्र 8.3 उद्दीपन-अनुक्रिया प्रक्रम में प्रतिवर्ती चाप*

संदेश के रूप में तंत्रिका आवेग घुटने से श्रोणि (कूल्हा)- स्तर के मेरु रज्जु तक जाता है। इसकी अनुक्रिया तुरंत ही प्रेरक तंत्रिका द्वारा घुटने तक संचरित हो (भेज दी) जाती है। प्रेरक तंत्रिका




*चित्र 8.4 प्रतिवर्ती क्रिया में तंत्रिका पथ (a) प्रतिवर्ती क्रिया (b) प्रतिवर्ती चाप*

श्रोणि-स्तर पर मेरु रज्जु से निकलती है। आदेश प्राप्त होने के साथ ही पेशीय संकुचन के कारण घुटने को झटका लगता है। इस उदाहरण में संदेश केवल मेरु रज्जु तक जाकर अनुक्रिया के रूप में वापस आ जाता है। इसमें केवल मेरु रज्जु ही भाग लेती है (चित्र 8.4)। कुछ समय बाद सूचना मस्तिष्क तक भी पहुँच जाती है। प्रतिवर्ती क्रियाओं में सामान्यत: मेरु रज्जु ही भाग लेती है। परंतु, वास्तव में मेरु रज्जु के माध्यम से समग्र अनुक्रिया मस्तिष्क द्वारा ही नियंत्रित होती है।

आइए, एक उदाहरण लें। जब आपके पैर में कोई काँटा, कील या कोई अन्य नुकीली वस्तु अचानक चुभ जाती है तब दर्द का संदेश तुरंत मेरु रज्जु तक पहुँच जाता है तथा त्वरित अनुक्रिया के फलस्वरूप आप फौरन ही अपना पैर हटा लेते हैं। फिर भी, वास्तविक सूचना मस्तिष्क तक भी संचरित की जाती है जिससे मस्तिष्क अनुक्रिया के अगले चरण की तैयारी करता है। इसी अनुक्रिया के अंतर्गत आप पैर को हुई क्षति का निरीक्षण करते हैं। प्रतिवर्ती क्रिया मेरु रज्जु द्वारा संचालित होती है। मेरु रज्जु तथा मस्तिष्क द्वारा समन्वय के प्रक्रम को **तंत्रिका समन्वय** कहते हैं।

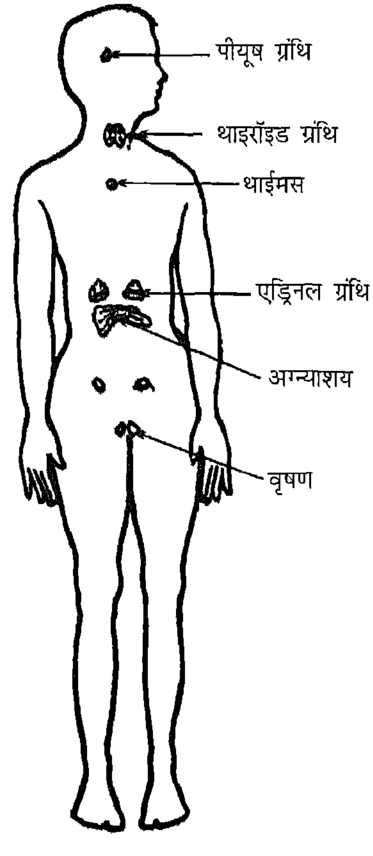
**जाँच कीजिए**

1. उद्दीपन ग्रहण करने वाले भाग का नाम लिखिए।
2. कौन-सी तंत्रिका आवेग को मस्तिष्क तक ले जाती है?
3. समन्वय में कौन-से अंग कार्यकर का काम करते हैं?
4. हम क्यों कहते हैं कि स्वत: स्फूर्त प्रतिवर्ती क्रियाएँ विशेषत: मेरु रज्जु द्वारा होने वाली अनुक्रिया हैं?

## 8.6 रासायनिक समन्वय

जंतुओं में तंत्रिका समन्वय के अतिरिक्त विभिन्न रासायनिक पदार्थों द्वारा भी अनुक्रिया का समन्वय होता है। यह पदार्थ **हॉर्मोन** कहलाते हैं। हॉर्मोन जंतु के बाह्य तथा आंतरिक दोनों प्रकार के वातावरण की अनुक्रियाओं के समन्वय में सहायता करते हैं। यह उद्दीपन का कार्य करते हैं। हॉर्मोन विशेष ग्रंथियों

द्वारा स्रावित होते हैं, जिन्हें **अंत:स्रावी ग्रंथि** कहते हैं। **ग्रंथि**, विशेष कोशिकाओं के समूह हैं जो विशेष प्रकार के रासायनिक पदार्थ स्रावित करते हैं। अंत:-स्रावित ग्रंथियों द्वारा स्रावित हॉर्मोन का उन अंगों अथवा भागों (लक्ष अंग) तक स्थानांतरण आवश्यक है जहाँ पर उन्हें प्रभाव उत्पन्न करना होता है। सामान्यत: हॉर्मोन अपने उत्पादन के स्थान पर क्रिया नहीं करते। इनका स्थानांतरण किसी नलिका द्वारा न होकर रुधिर जैसे तरल माध्यम से होता है। इसलिए अंत:स्रावी ग्रंथियों को **वाहिनीहीन ग्रंथियाँ** भी कहते हैं। हमारे शरीर में हॉर्मोन की आवश्यकता बहुत कम मात्रा में होती है। यह भी हॉर्मोन का एक विशेष गुण है। हॉर्मोन की सहायता से होने वाली अनुक्रिया, रासायनिक अभिक्रियाओं द्वारा होती है।




*चित्र 8.5 मनुष्य में कुछ अंत:स्रावी ग्रंथियाँ*

हमारे शरीर में अनेकों अंत:स्रावी ग्रंथियाँ हैं। प्रत्येक ग्रंथि एक विशिष्ट हार्मोन बनाती है जिनका कार्य भी विशिष्ट होता है। यह ग्रंथियाँ शरीर के विभिन्न भागों में स्थित होती हैं (चित्र 8.5)। प्रत्येक हार्मोन एक विशिष्ट अनुक्रिया के समन्वय में सहायता करता है।

अब आप जानते हैं कि ग्रंथियाँ कार्यकर अंग हैं। मस्तिष्क से सूचना (आवेग) प्राप्त होते ही ग्रंथियाँ हार्मोन स्त्रावित करती हैं जिनका संचरण लक्ष अंग अथवा कार्यिक प्रभाव वाले भाग क्षेत्र तक होता है। छ: प्रमुख अंत:स्त्रावित ग्रंथियाँ, स्त्रावित हार्मोन तथा उनके प्रभाव तालिका 8.1 में दर्शाए गए हैं।

**सारणी 8.1**
**प्रमुख अंत:स्रावी ग्रंथियाँ, उनके द्वारा स्रावित हार्मोन एवम् उनके प्रभाव**

| अंत:स्रावी ग्रंथि | स्रावित हॉर्मोन | हॉर्मोन के प्रभाव |
|---|---|---|
| पीयूष ग्रंथि | थाइरोट्रापिक हॉर्मोन (TTH) | थाइरॉक्सिन बनाने के लिए, थाइरॉइड को उत्तेजित करता है। |
| थाइरॉइड | थॉइरॉक्सिन | (i) श्वसन दर का उद्दीपन। (ii) TTH हार्मोन की अधिक मात्रा के स्त्रवण में रोधी है। |
| अधिवृक्क (एड्रिनल) | एड्रिनलीन | खतरे के प्रति सचेत करता है, (उद्दीपन प्रक्रिया) |
| अग्न्याशय | इंसुलिन | रुधिर में शक्कर की मात्रा का नियमन। |
| वृषण | टेस्टोस्टेरॉन | (i) पुरुषों में श्वसन तथा शुक्राणु संवर्धन। (ii) पुरुषों में गौण लैंगिक लक्षणों के विकास का नियंत्रण। |
| अंडाशय | एस्ट्रोजन | (i) रुधिर परिसंचरण बढ़ाता है। (ii) स्त्रियों में गौण लैंगिक लक्षणों के विकास का नियंत्रण। |

पीयूष ग्रंथि, मस्तिष्क के आधार के निकट स्थित होती है। यह ग्रंथि दूसरी अंत:स्रावी ग्रंथियों की क्रियाशीलता को प्रभावित करती है। अत: इसे 'मास्टर ग्लैंड' अथवा ग्रंथियों का स्वामी भी कहा जाता है। यह अन्य ग्रंथियों के उद्दीपन हॉर्मोन का स्राव करती है। यह थाइरोट्रॉपिक हॉर्मोन (TTH) स्रावित करती है जो थाइरॉइड ग्रंथि का उद्दीपन करता है। फलस्वरुप, थाइरॉइड ग्रंथि थाइरॉक्सिन नामक हॉर्मोन स्रावित करती है। यह एक रोचक तथ्य है कि थाइरॉक्सिन की अधिक मात्रा पीयूष ग्रंथि के लिए निरोधी है। थाइरॉक्सिन की अधिक मात्रा के कारण पीयूष ग्रंथि से TTH का स्रवण रुक जाता है। भय का अनुभव होने पर, पीड़ा तथा संक्रमण की अवस्था में अधिवृक्क से एड्रिनलीन नामक हॉर्मोन का स्रवण बढ़ जाता है। आपको भी इसका अनुभव होता है तथा कुछ समय उपरांत आप सामान्य हो जाते हैं।

**इनके उत्तर दीजिए**

1. हॉर्मोन के दो प्रमुख लक्षण कौन-से हैं?
2. चित्र 8.5 की सहायता से विभिन्न अंत:स्रावी ग्रंथियों की स्थिति ज्ञात कीजिए।
3. पीयूष ग्रंथि को 'मास्टर ग्रंथि' क्यों कहते हैं?

## 8.7 पौधों में अनुक्रिया का समन्वय

जंतुओं की अपेक्षा पौधों में उद्दीपन के प्रति अनुक्रिया का ढंग अलग है। छँटाई के दौरान पौधों में किसी भी प्रकार की अनुक्रिया दृष्टिगोचर नहीं होती जबकि छुई-मुई जैसे पौधों में किसी बाह्य उद्दीपन की अनुक्रिया तुरंत दिखाई देती है। पौधों में तंत्रिकातंत्र अनुपस्थित होता है। अत: इनमें समन्वय हॉर्मोनों द्वारा होता है। इसे रासायनिक समन्वय भी कहते हैं। पादप हॉर्मोन, वृद्धि नियंत्रक का कार्य करते हैं। प्रकाश, जल तथा वायु जैसे बाह्य उद्दीपक पौधे की वृद्धि को प्रभावित करते हैं। पुष्पी पादपों में पर्यावरणीय उद्दीपन के प्रति अनुक्रिया अनुवर्तन गति के रूप में होती है। इसका समन्वय हॉर्मोन द्वारा होता है। सामान्य पादप हॉर्मोन तथा उनके प्रकार्य तालिका 8.2 में दर्शाए गए हैं। यह पौधों में वृद्धि का नियमन करते हैं।

**तालिका 8.2**

**सामान्य पादप हॉर्मोन तथा उनके प्रकार्य**

| हॉर्मोन | प्रकार्य |
|---|---|
| ऑक्सिन | वृद्धि का उद्दीपन |
| साइटोकाइनिन | कोशिका विभाजन का उद्दीपन |
| जिबरेलिन | (i) वृद्धि का उद्दीपन |
| | (ii) पुष्पण का उद्दीपन |

## 8.8 पौधे तथा जंतुओं में वृद्धि

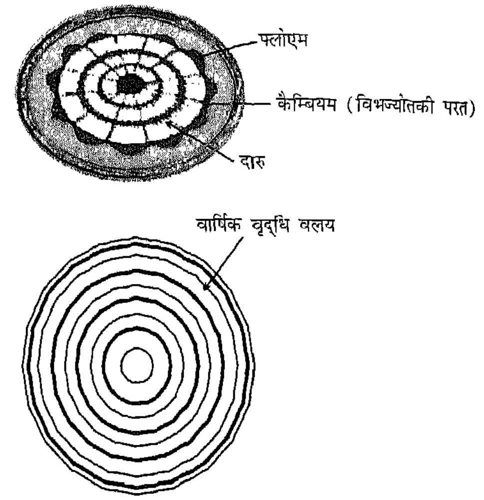
आप जानते हैं कि सभी जीव वृद्धि करते हैं जो शरीर के आकार तथा द्रव्यमान अथवा भार में वृद्धि द्वारा मापी जा सकती है। आपने देखा ही है कि मानव शिशु किस प्रकार बाल्यावस्था एवम् किशोरावस्था (युवावस्था) में वृद्धि करते हैं। इसी प्रकार शाक एवम् वृक्ष की वृद्धि से भी आप परिचित हैं। अत:, वृद्धि के समय, शरीर की कोशिकाएँ तेजी से विभाजित (गुणित) होती हैं तथा इनकी आकृति एवम् आकार में भी वृद्धि होती है। पौधों में वृद्धि शीर्ष अथवा अग्रक भाग में होती है तथा जीवनपर्यन्त चलती रहती है। परंतु, जंतुओं में ऐसा नहीं होता। मछली तथा छिपकली जैसे कुछ जंतुओं में वृद्धि कुछ अधिक समय तक होती रहती है। परंतु, मनुष्य तथा अन्य स्तनपायी प्राणियों में वृद्धि मुख्यत: यौवनारंभ तक ही सीमित होती है। आप जानते हैं कि लड़के तथा लड़कियों

की लंबाई 16–20 वर्ष की अवस्था तक ही बढ़ती है। इसके पश्चात् लंबाई में कोई परिवर्तन नहीं होता। आप पौधों तथा प्राणियों के आकार अथवा भार अथवा दोनों में परिवर्तन का अवलोकन करके उनकी वृद्धि के बारे में अध्ययन कर सकते हैं।

### पौधे

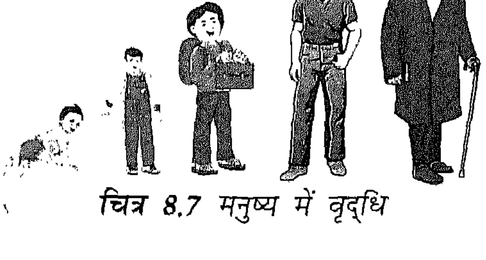
कोई छोटा पौधा (बीजांकुर) जड़ तथा प्ररोह के साथ विकसित होता है। जड़ तथा तने के अग्र भाग में शीर्ष के ठीक पीछे वृद्धि बिंदु (क्षेत्र) होते हैं। आप बीजांकुर अथवा नवोद्भिद की जड़ को नियमित अंतराल पर स्याही द्वारा चिह्नित करके उसकी वृद्धि पैटर्न का अध्ययन कर सकते हैं। इसके बाद इसे कुछ दिनों के लिए उचित माध्यम में छोड़ दीजिए। वृद्धि करने वाले क्षेत्र की कोशिकाएँ तीव्र गति से विभाजित होती हैं। परिणामत:, जड़ की लंबाई में वृद्धि होती है, जो उसे जल के लिए मिट्टी में धकेलती है।

इसी प्रकार, प्ररोह में भी शीर्ष वृद्धि क्षेत्र होता है, जिसमें तीव्र गति से कोशिका विभाजन होने पर प्ररोह की लंबाई बढ़ जाती है। आपने प्राय: देखा है कि किसी वृक्ष के तने लंबाई तथा मोटाई दोनों में वृद्धि करते हैं। आयु वृद्धि के साथ-साथ अधिक भार वहन करने के लिए तने की मोटाई भी बढ़ती जाती है। कुछ पौधों के तने में उपस्थित **वार्षिक वलय** गिन कर उनकी वृद्धि का अध्ययन किया जा सकता है। यह वार्षिक वलय वृक्ष के तने अथवा शाखा की अनुप्रस्थ काट में दिखाई पड़ते हैं। आप पौधों के तने में जल संवहन ऊतक (जाइलम) एवम् खाद्य ऊतक (फ्लोएम) के बारे में जानते हैं। जाइलम तथा फ्लोएम के मध्य विभाजित होने वाला सक्रिय ऊतक **कैम्बिएम** कहलाता है। कैम्बिएम कोशिकाएँ विभाजित होकर नए फ्लोएम तथा जाइलम बनाते हैं। नए फ्लोएम कैम्बिएम के बाहर की ओर तथा नए जाइलम अंदर की ओर विकसित होते हैं। इस प्रकार किसी पौधे में नए वृद्धि वलय बनते हैं (चित्र 8.6)।




*चित्र 8.6 किसी पौधे के तने की अनुप्रस्थ काट में वार्षिक वृद्धि वलय*

मनुष्यों में सिर के आकार, धड़ तथा पैरों के साइज को माप कर उनकी वृद्धि का अवलोकन कर सकते हैं। आपने देखा होगा कि 3–5 वर्ष की आयु के शिशु बहुत तेजी से बढ़ते (वृद्धि करते) हैं। इस अवधि में उनके आकार एवम् द्रव्यमान (भार) दोनों में ही वृद्धि होती है। बाल्यावस्था (6 से 10 वर्ष) की अवधि में वृद्धि संबंधी परिवर्तन अपेक्षाकृत कम होते हैं। तथापि किशोरावस्था (11 से 18 वर्ष की आयु तक) शरीर के आकार में वृद्धि के लक्षण स्पष्ट दिखाई देते हैं। इस अवधि में वृद्धि-दर उच्च होती है। परंतु लैंगिक परिपक्वता (प्रौढ़ता) के बाद वृद्धि की दर क्रमिक रूप से धीमी होती जाती है। लगभग 20 वर्ष की आयु तक पहुँचने पर यह रुक जाती है (चित्र 8.7)।



*चित्र 8.7 मनुष्य में वृद्धि*

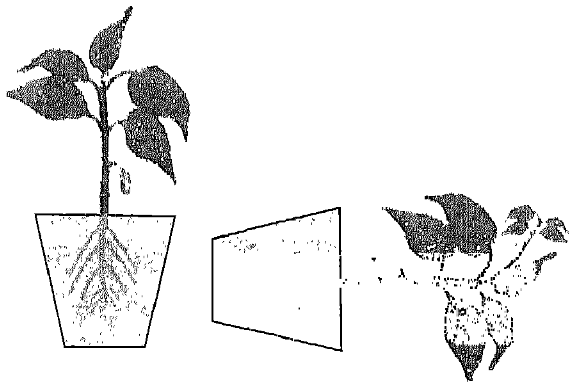
आपने कुछ अन्य जंतुओं, जैसे कि मछली, मेंढक, छिपकली तथा पक्षियों में भी उनके आकार तथा भार (द्रव्यमान) में वृद्धि होते देखा होगा।

## 8.9 पौधों में गति तथा अनुक्रिया समन्वय

पौधों तथा स्पंज जैसे कुछ प्राणियों में तंत्रिका तंत्र का अभाव होता है। फिर भी, इनमें वातावरण के उद्दीपनों के प्रति अनुक्रिया दिखाई देती है। यह अनुक्रियाएँ **अनुवर्तन** अथवा **गति** कहलाती हैं। पुष्पी पौधों के अंगों में गति देखी जा सकती है। यह गति बहुत धीमी होती है। मंद होने के कारण यह दिखाई नहीं देती। इन गतियों को धनात्मक तथा ऋणात्मक अनुवर्तन में बाँटा गया है। अनुवर्तन गति का निर्धारण उद्दीपन से होता है। दैनिक जीवन में आप देखते हैं कि सभी जड़ें प्रकाश से विपरीत दिशा की ओर तथा प्ररोह अथवा तना प्रकाश की दिशा में वृद्धि करते हैं। इसी प्रकार, आप देख सकते हैं कि मिट्टी में जड़ें उसके अंदर उपलब्ध जल की ओर वृद्धि करती हैं।

### *क्रियाकलाप 2*

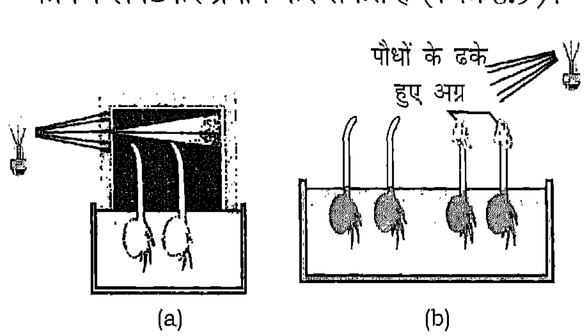
एक काँच पट्टिका अथवा स्लाइड लेकर इसे सोख्ता अथवा छन्ना कागज अथवा रुई से ढक दीजिए। चने के 2 या 3 बीज लेकर उन्हें स्लाइड पर अलग-अलग स्थानों पर बाँध दीजिए। कागज अथवा रुई को नम रखिए। स्लाइड को एक बीकर में ऊर्ध्व स्थिति में रख कर ढक दीजिए (चित्र 8.8)। कुछ दिनों के बाद बीज अंकुरित हो जाएंगे। आप देखेंगे कि एक हरे रंग का भाग (तना) ऊपर की ओर तथा सफेद भाग (जड़) नीचे की ओर बढ़ते (वृद्धि करते) हैं। प्लास्टिक अथवा शीशे के बर्तन (गमले) में उगाए गए पौधे को क्षैतिज दिशा में रखिए। आप देखेंगे कि तना मुड़ कर ऊपर की ओर बढ़ने लगता है। प्रारंभ में तो जड़ क्षैतिज दिशा में बढ़ती हैं, परंतु कुछ समय बाद मुड़ कर नीचे की ओर बढ़ने लगती हैं।



*चित्र 8.8 गुरुत्वानुवर्तन*

इस क्रिया में जड़ें गुरुत्व की दिशा में धनात्मक गति दर्शाती हैं। यह **गुरुत्वानुवर्तन** कहलाता है। क्योंकि तना ऊपर की ओर बढ़ता है इसलिए यह ऋणात्मक-गुरुत्वानुवर्ती कहलाता है।

आप इस प्रयोग में थोड़ा-सा परिवर्तन करके किसी दूसरे उद्दीपन, जैसे कि प्रकाश, के प्रभाव का अध्ययन कर सकते हैं। इसके लिए आप गमले में लगे पौधों को किसी छिद्र युक्त डिब्बे से ढककर अथवा कुछ पौधों में काला कागज लपेटकर प्रयोग कर सकते हैं (चित्र 8.9)।

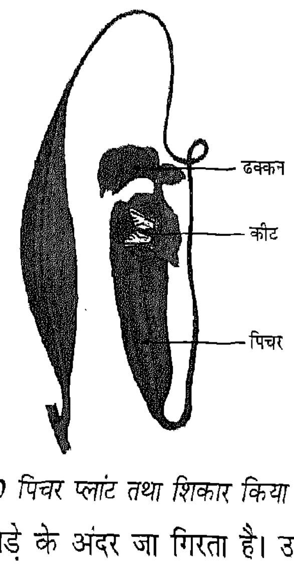



*चित्र 8.9 प्रकाशानुवर्तन*

इस प्रक्रिया में तना धनात्मक प्रकाशानुवर्ती तथा जड़ ऋणात्मक प्रकाशानुवर्ती हैं।

पौधे, स्पर्श के प्रति भी अनुक्रिया करते हैं। छुई-मुई के किसी पौधे की पत्तियों को छूकर देखिए। क्या होता है? पौधे की अनुक्रिया का अवलोकन कीजिए। छुई-मुई पौधे में पत्तियाँ धीरे-धीरे दूसरे भाग की ओर मुड़ कर सिमट जाती हैं। इस पौधे के सभी भागों को उद्दीपन प्रभावित करता है।

पिचर प्लांट में अनुक्रिया समन्वय बहुत स्पष्ट नजर आता है। इस पौधे में, पर्ण फलक रूपांतरित होकर घड़े (पिचर) का आकार ग्रहण कर लेता है तथा पर्णशीर्ष उसका ढक्कन बन जाता है। पिचर की आंतरिक सतह पर नीचे की ओर झुके रोम जैसी रचनाएँ होती हैं। जब कोई कीट इस घड़े रूपी पत्ती पर बैठता है तो पर्ण उद्दीपन के कारण हॉर्मोन स्रवित होता है जिसके कारण पिचर का ढक्कन बंद हो जाता है (चित्र 8.10)।




*चित्र 8.10 पिचर प्लांट तथा शिकार किया गया कीट*

कीट घड़े के अंदर जा गिरता है। उसके अंदर उपस्थित रोमों के कारण कीट बाहर नहीं आ पाता। कुछ समय बाद कीट मर जाता है तथा घड़े का ढक्कन खुल जाता है। कीट का पाचन हो जाता है। इस पौधे को **कीटभक्षी पौधा** कहते हैं। सनड्यू जैसे अन्य कीटभक्षी पौधे भी रोमों के उद्दीपन द्वारा कीटों को पकड़ लेते हैं।

**इन्हें उत्तर दीजिए**

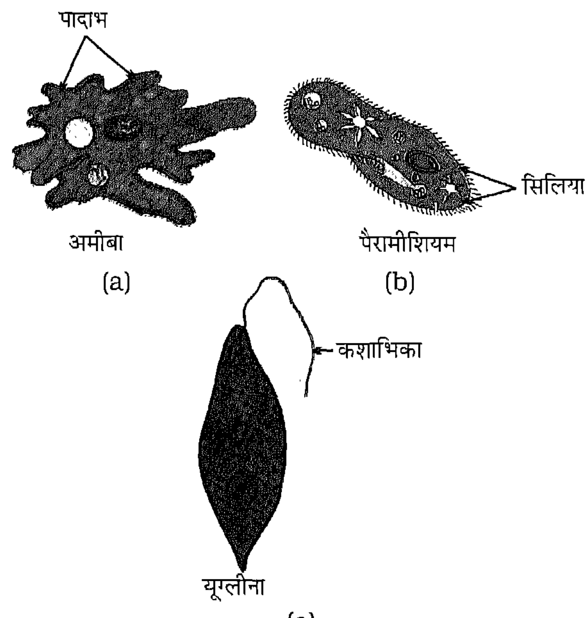
1. अनुवर्तन किसे कहते हैं?
2. वृद्धि के लिए कौन-से हॉर्मोन उपयोगी हैं?

## 8.10 जंतुओं में चलन (गति)

आप जानते ही हैं कि सभी जीवों में गति होती है। आप यह भी जानते हैं कि जंतुओं के विभिन्न वर्ग चलायमान अथवा चल हैं अर्थात् वे दौड़, रेंग, तैर अथवा उड़ सकते हैं। पौधों में सीमित गति की अपेक्षा जंतुओं में मार्ग तलाश करने के लिए ज्ञानेन्द्रियाँ होती हैं। इन ज्ञानेन्द्रियों में कीटों के स्पर्शक (ऐंटेना) सम्मिलित हैं। इसी प्रकार, विभिन्न जंतुओं में पर्यावरणीय उद्दीपनों को प्राप्त करने के लिए विभिन्न संवेदी अंग होते हैं। एककोशिक जीव, जैसे कि प्राटोजोआ तथा बहुकोशिक जंतु, दोनों ही विशिष्ट चलन दर्शाते हैं।

प्राणियों (जंतुओं) में गति दो प्रकार से होती है : (a) चलन, तथा (b) शरीर के भागों की गति। जंतु स्थल, जल अथवा वायु में रहते हैं। चलन द्वारा जीव अपना संपूर्ण शरीर एक स्थान से दूसरे स्थान तक ले जा सकते हैं। यह प्राणियों के लिए अनेक प्रकार से सहायक है। यह जंतु को प्रतिकूल वातावरण से अनुकूल वातावरण में गमन (प्रवास) के समर्थ बनाता है। किसी जंतु को चलन शिकारी जंतु से दूर भागने में भी सहायता करता है। चलन के द्वारा ही जंतु अपना भोजन और जल स्रोत ढूँढ पाते हैं। इसके द्वारा जंतु जनन के लिए साथी की तलाश, अंडे देने तथा नवजात के पालन हेतु सुरक्षित स्थान ढूँढ़ने में समर्थ हो पाते हैं। इस प्रकार, चलन अनेक प्रकार से सहायक है।

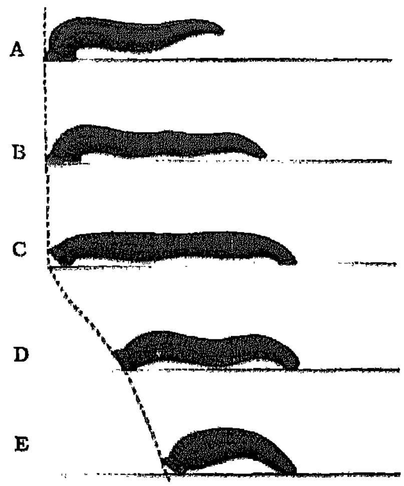
आप अपने अड़ोस-पड़ोस अथवा परिक्षेत्र में पाए जाने वाले जंतुओं में विभिन्न प्रकार की गति (चलन) देख सकते हैं। एक स्थान से दूसरे स्थान तक जाने के लिए जंतु अपने विभिन्न अंगों का उपयोग करते हैं। किसी तालाब अथवा ठहरे हुए जल स्रोत के पानी की एक बूँद के नमूने का सूक्ष्मदर्शी की सहायता से अवलोकन कीजिए। इससे आपको एककोशिक जीवों में संचलन के विभिन्न तरीकों को जानने में सहायता मिलेगी। एककोशिक **अमीबा** शरीर में पादाभ बना कर गति करता है (चित्र 8.11)। **यूग्लीना** में एक धागे के समान संरचना होती है जिसे कशाभ कहते हैं। कशाभ को कोड़े की तरह इधर-उधर चला कर यह जल में गमन करता है। परंतु, एक अन्य एककोशिक जीव, **पैरामीशियम**, पक्ष्माभ (अथवा सीलिया) की सहायता से गति करता है। पक्ष्माभ शरीर में पंक्ति में व्यवस्थित रोओं (या बालों) की जैसी संरचनाएँ होती हैं। ये पक्ष्माभ नाव के चप्पू की भाँति एक साथ एक ही दिशा में गति करते हैं। ऐसा करने से पैरामीशियम को चलन में सहायता मिलती है।




*चित्र 8.11 अमीबा, यूग्लीना तथा पैरामीशियम में चलन*

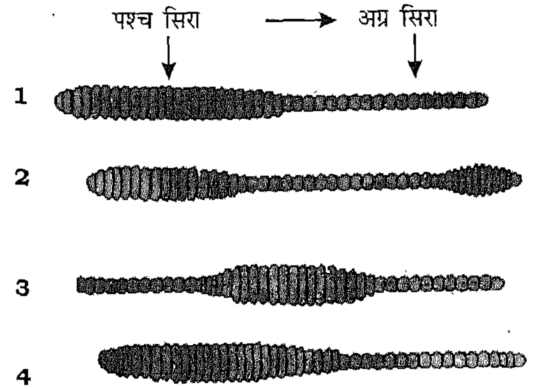
आप में से अधिकांश यह जानते हैं कि मेरुदंड की उपस्थिति अथवा अनुपस्थिति के आधार पर प्राणियों का वर्गीकरण किया गया है। जिन प्राणियों (जंतुओं) में मेरुदंड अनुपस्थित होता है, उन्हें अकशेरुकी कहते हैं। इसमें सीलेंट्रेटा, चपटे कृमि, ऐनिलिडा, अन्य कृमि, क्रस्टेशिया, कीट तथा अन्य अनेक वर्ग हैं। अलवणजल (ताजा जल) में पाए जाने वाले चपटे कृमि, जो सामान्यत: तालाब तथा झरनों में पाए जाते हैं, पक्ष्माभ (सीलिया) की सहायता से गति करते हैं। **हाइड्रा** तालाब में रहता है। यह कलाबाजी (पलटी खाकर) तथा लूप बना कर अथवा उलट कर चलता है। शरीर के संकुचन तथा विश्रांति (शिथिलन) के कारण **हाइड्रा** में शरीर को सिकोड़ने, लंबा करने तथा मोड़ने जैसे सभी प्रकार का चलन दृष्टिगोचर होता है।

आप केंचुए एवम् जोंक से परिचित हैं। इनकी शरीर-भित्ति पर पेशी ऊतक होते हैं जो परिधीय तथा अनुदैर्ध्य रूप में व्यवस्थित होते हैं। पेशीय गति उनके रुधिर को शरीर के चलन की दिशा में भेजती है। रुधिर की इस गति से जंतु को आगे जाने में सहायता मिलती है। जोंक तथा केंचुए में रेंगने की गति को क्रमश: चित्र 8.12 तथा 8.13 में




*चित्र 8.12 जोंक में चलन*

दर्शाया गया है। आपको यह जानकर आश्चर्य होगा कि इन जीवों में ज्ञानेन्द्रियाँ नहीं होतीं।




*चित्र 8.13 केंचुए में चलन*

कुछ अन्य जंतुओं, जैसे केंचुआ, के शरीर को उनके शरीर में पाए जाने वाले तरल द्वारा ही आकार तथा संबल प्रदान किया जाता है। आप केंचुए को एक कागज पर रखकर इसके चलन का अवलोकन कर सकते हैं। आप देखेंगे कि इसका अग्रभाग लंबा तथा पतला हो जाता है, जबकि इसका पश्च भाग मोटा हो जाता है। अत: केंचुआ पेशियों के संकुचन तथा विश्रांति द्वारा गति करता है।

कीट, केंकड़े (क्रेब्स), मकड़ी तथा अन्य आर्थोपोड (संधिपाद प्राणी) जैसे कुछ अन्य जंतु वर्ग हैं जिनके शरीर पर कठोर तथा दृढ़ त्वचा का आवरण होता है। इसे **बहि:कंकाल** कहते हैं जो चपटी प्लेट्स तथा खोखली नलियों का बना होता है। बहि:कंकाल शरीर के आंतरिक अंगों को सुरक्षा प्रदान करता है तथा दृढ़ता भी देता है। शरीर के विभिन्न भागों की संधियों को गति प्रदान करने के लिए बहि:कंकाल के साथ पेशियाँ जुड़ी होती हैं।

आपने घरेलू मक्खी तथा मच्छरों को आस-पास उड़ते देखा होगा। यह भी अपने शरीर के साथ जुड़े पंखों की सहायता से उड़ते हैं। पंखों की गति कठोर (दृढ़) बहि:कंकाल से जुड़ी पेशियों द्वारा नियंत्रित होती है। केंकड़े जैसे अन्य आर्थोपोड् संधियुक्त पाद के जोड़े द्वारा चलन करते हैं। यह जंतु भोजन, आश्रय, साथी की तलाश में तथा शत्रुओं से बचने के लिए चलन (गति) करते हैं।

आइए, अब मेरुदंड वाले अथवा कशेरुकी जंतुओं में चलन के तरीकों का अध्ययन करें। इन जंतुओं में दृढ़ता प्रदान करने के लिए एक दृढ़ कंकाल शरीर के अंदर होता है। इसलिए, इसे **अंत: कंकाल** कहते हैं। यह अस्थियों तथा उपास्थि का बना होता है। मछली, मेंढक, छिपकली, पक्षी तथा स्तनपायी जंतुओं में अंत:कंकाल होता है। कशेरुकी जंतुओं में पेशीतंत्र भी अति विकसित होता है। मेरुदंड, जंतुओं के शरीर को मुख्य आधार प्रदान करता है। पेशियाँ अस्थियों से जुड़ी होती हैं। यह हड्डियों (अस्थियों) को खींच सकती हैं जिससे उन्हें गति मिलती है।

आपने देखा है कि विभिन्न जंतुओं में चलन के तरीके भी भिन्न होते हैं। अपने पंखों की सहायता से मछली जल में तैरती है। मेंढक जल तथा स्थल दोनों में रह सकता है। वे जल में अंडे देते हैं तथा उनका टैडपोल (अंडजोत्पत्ति के पश्चात् उत्पन्न) अपनी पूँछ की सहायता से तैरता है। छिपकली, साँप, घड़ियाल, मगरमच्छ तथा कछुए जैसे सरीसृप भिन्न-भिन्न प्रकार से गति करते हैं। इनमें से कुछ स्थल पर रहते हैं तथा अन्य जल में रहते हैं। मेंढक में गति के अंग भिन्न प्रकार के होते हैं। छिपकली के पैरों में विशेष प्रकार के पैड होते हैं जिनकी सहायता से वह दीवार पर चढ़ सकती है। सर्प जमीन पर रेंग सकते हैं परंतु इनके पैर नहीं होते। कछुए तथा मगरमच्छ पानी में तैर सकते हैं।

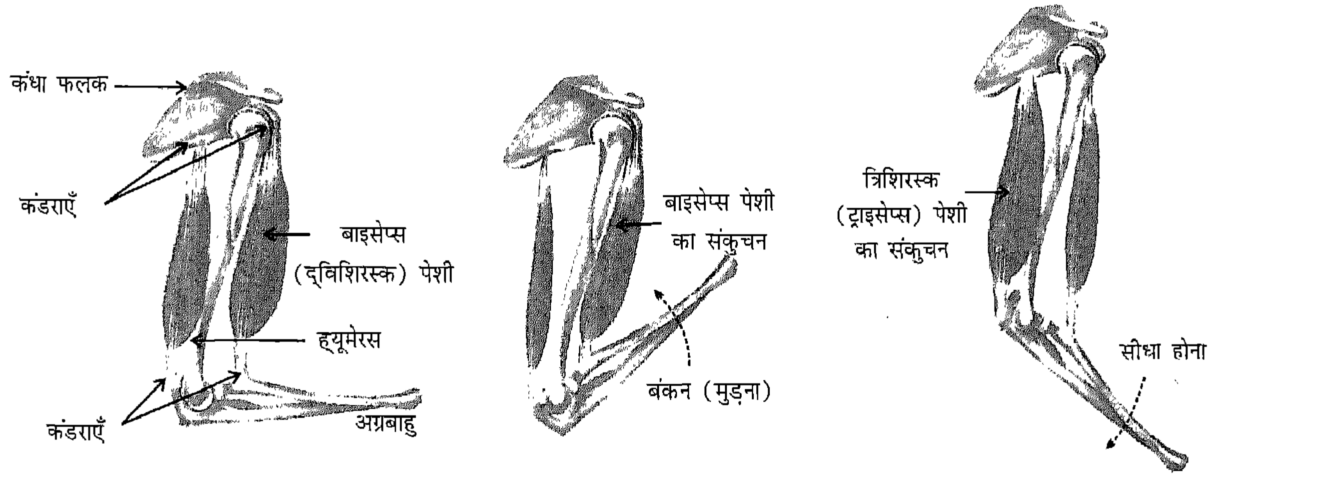
पक्षियों का शरीर परों से ढका होता है। उनके पंख भी होते हैं। परंतु सभी पक्षी उड़ नहीं सकते। उड़ने के लिए पक्षियों के अग्रपाद पंखों में रूपांतरित हो जाते हैं। इनकी हड्डियों के साथ विशिष्ट

पेशियाँ जुड़ी होती हैं जो उड़ने के लिए विशेष रूप से अनुकूलित होती हैं। कुछ पक्षी जल में तैर सकते हैं तथा उनके पैर जालयुक्त होते हैं। अत: पक्षी स्थल, जल तथा वायु में रह सकते हैं तथा उनमें चलन के लिए अलग-अलग अंग होते हैं।

उच्च जंतुओं में गति तथा चलन अस्थि पेशियों (ऐच्छिक पेशी) तथा कंकालतंत्र के संयोजन पर निर्भर करता है। शरीर की जिन पेशियों को हम अपनी इच्छानुसार नियंत्रित कर सकते हैं, उन्हें **ऐच्छिक पेशी** कहते हैं। यह पेशियाँ आपकी अस्थियों से जुड़ी होती हैं। जब आप चलना चाहते हैं तो यह पेशियाँ हड्डियों को खींचती हैं जिससे संधियाँ मुड़ जाती हैं। यह पेशियाँ बहुत तीव्रता तथा मजबूत तरीके से कार्य करती हैं, परंतु यह शीघ्र थक भी जाती हैं।

उच्च जंतुओं में गति, पेशियों के संकुचन तथा अनुशिथिलन द्वारा होती है। अस्थियाँ, पेशियों के तेजी से संकुचन तथा शिथिलन के लिए उत्तोलक का कार्य करती हैं। आइए, हम अपनी भुजाओं की गति का अवलोकन करें। अपनी किसी भी एक भुजा को मेज पर इस प्रकार रखिए कि हथेली ऊपर की ओर रहे। अब इसे ऊपर की ओर उठाइए। आपकी पेशियों में क्या परिवर्तन हुआ? कौन-सी पेशियाँ संकुचित होती हैं? कौन-सी पेशियों का शिथिलन होता है? यदि आप ध्यानपूर्वक देखें तो आपको पता चलेगा कि पेशियाँ जोड़े में कार्य करती हैं। जब एक पेशी शिथिलन की अवस्था में होती है तब दूसरी पेशी संकुचित होती है। अब अपनी भुजा को पहली स्थिति में वापस लाइए। पुन: देखिए कि कौन-सी पेशी संकुचित अवस्था में और कौन-सी पेशी शिथिलन की अवस्था में है। हाथ की हड्डियाँ इस गति को करने में किस प्रकार आपकी सहायता करती हैं?

चित्र 8.14 की सहायता से समझाया गया है कि ऐच्छिक पेशियाँ किस प्रकार जोड़ों में कार्य करती हैं। इस चित्र में आप कंधा फलक, प्रगंडिका (ह्यूमेरस) तथा हाथ की हड्डियाँ, ऐच्छिक पेशियाँ तथा टेंडन (कंडरा) ऊतक दिखाए गए हैं। पेशियाँ मजबूत संयोजी ऊतक **'टेंडन'** या कंडरा द्वारा हड्डी से जुड़ी होती हैं। पेशी के प्रत्येक सिरे पर कम से कम एक टेंडन होती है। प्रगंडिका के दोनों ओर एक जोड़ी ऐच्छिक पेशी होती है। इनमें से कोई भी एक पेशी जब संकुचित होती है तो यह हाथ की हड्डियों को विपरीत दिशा में खींचती है। इस क्रिया से कोहनी की संधि मुड़ती अथवा सीधी




*चित्र 8.14 (a) ऐच्छिक पेशी तथा टेंडन का आरेखित चित्र (b) हाथ को मोड़ना तथा (c) हाथ को सीधा करना*

होती है। किसी संधि की पेशियाँ जोड़े में कार्य करती हैं। एक पेशी संधि को मोड़ती है तो दूसरी इसे सीधा करती है।

जब आप अपना हाथ मोड़ते हैं तो द्विशिरस्क (बाइसेप्स) पेशी संकुचित हो जाती है। इसका एक सिरा कंधों की हड्डी (कंधा फलक) से जुड़ा होता है तथा दूसरा अग्र भुजा की बहि:प्रकोष्टिका से जुड़ा होता है। इसलिए, जब यह पेशी संकुचित होती है तो यह दोनों हड्डियों को खींचती है जिससे यह दोनों पास आ जाती हैं। इसके कारण भुजा कोहनी के पास से मुड़ जाती है। इसे भुजा का आकुंचन कहते हैं तथा द्विशिरस्क पेशी को **आकुंचनी पेशी** कहते हैं। जब आप अपनी भुजा को सीधी करना चाहते हैं, तब आप द्विशिरस्क पेशी को शिथिल कर देते हैं। द्विशिरस्क पेशी आपकी भुजा को धक्का देकर सीधा नहीं कर सकती। इसलिए, भुजा को सीधी करने के लिए त्रिशिरस्क पेशी का संकुचन होता है। यह चलन प्रसारण कहलाता है। अत: त्रिशिरस्क (ट्राइसेप्स) पेशी को **प्रसारिणी पेशी** कहते हैं। द्विशिरस्क तथा त्रिशिरस्क पेशियाँ हड्डी को एक समायोजित ढंग से दोनों दिशाओं में मोड़ सकती हैं।

**मुख्य शब्द**

अधिवृक्क ग्रंथि, ऐड्रिनलीन, वार्षिक वलय, स्वचालित तंत्रिका तंत्र, ऑक्सीजन, तंत्रिकाक्ष, कैंबिएम, केंद्रीय तंत्रिका तंत्र, साइटोकाइनिन, द्रुमिका, नलिकाविहीन ग्रंथियाँ, कार्यकर (प्रभावी अंग), अंत:स्रावी ग्रंथियाँ, ऐस्ट्रोजन, गुरुत्वानुवर्तन, जिबरेलिन, ग्रंथियाँ, हॉर्मोन, इंसुलिन, अकशेरुकी, तंत्रिका आवेग, तंत्रिकोशिका, अग्न्याशय, फ्लोएम (दारु ऊतक), पीयूष ग्रंथि, प्रकाशानुवर्तन, ग्राही अंग, प्रतिवर्ती चाप, अनुक्रिया, मेरु रज्जु, उद्दीपन, टेस्टोस्टेरॉन, थाइरॉइड, थाइरोट्रॉपिक हॉर्मोन, थाइरॉक्सिन, अनुवर्तन, कशेरुक, जाइलम।

## सारांश


जीवों को पर्यावरण में अनेकों प्रतिकूल परिस्थितियों का सामना करना पड़ता है। उचित प्रतिक्रियाओं द्वारा जीव अपने आपको वातावरण के प्रति अनुकूलित करते हैं। यह प्रतिक्रियाएँ वातावरण में होने वाले परिवर्तनों के उद्दीपन की अनुक्रिया हैं।

प्रत्येक जीव उद्दीपन के प्रति अनुक्रिया करता है। यह एक उद्दीपन से दूसरे उद्दीपन के अनुसार बदली रहती है तथा एक जीव से दूसरे जीव में भिन्न हो सकती है। किसी जीव के निर्वाह के लिए यह अनुक्रिया आवश्यक है।

उद्दीपन बाह्य हो सकते हैं, जैसे कि प्रकाश, ताप, जल, वायु एवम् अन्य जीव। यह आंतरिक भी हो सकते हैं जो जीव के शरीर के भीतर उत्पन्न होते हैं।

उद्दीपन–अनुक्रिया प्रक्रम का समन्वय तंत्रिकाओं तथा रासायनिक पदार्थों, जैसे कि हॉर्मोन, द्वारा होता है।

बहुकोशिक जंतुओं में तंत्रिकाओं द्वारा समन्वय केंद्रीय तंत्रिकातंत्र द्वारा होता है। केंद्रीय तंत्रिकातंत्र में मस्तिष्क, मेरु रज्जु तथा तंत्रिकाएँ होती हैं। यह ऐच्छिक तथा चेतन प्रक्रियाओं का समन्वय करता है। स्वचालित तंत्रिकातंत्र अनैच्छिक तथा अनजान अनुक्रियाओं का समन्वय करता है।

तंत्रिकाकोशिका में एक केंद्रक, धागे के समान लंबा एक तंत्रिकाक्ष तथा अनेक शाखान्वित द्रुमिकाएँ होती हैं। तंत्रिकोशिकाएँ पुँजित होकर तंत्रिकाएँ बनाती हैं जो आवेग के रूप में संदेश वहन करती हैं। तंत्रिकाएँ दो प्रकार की होती है। संवेदी तंत्रिकाएँ, जो संदेश को मस्तिष्क अथवा मेरु रज्जु तक ले जाती हैं तथा प्रेरक तंत्रिकाएँ जो अनुक्रिया का संदेश मस्तिष्क अथवा मेरु रज्जु से अनुक्रिया संदेश शरीर के विभिन्न भागों तक ले जाती हैं।

संवेदी अंग उद्दीपन ग्रहण करते हैं तथा ग्राही अंग कहलाते हैं। पाँच ज्ञानेन्द्रियाँ (आँख, कान, नाक, जीभ, तथा त्वचा) विभिन्न उद्दीपनों को प्राप्त करती हैं, तथा मस्तिष्क अथवा मेरु रज्जु से प्राप्त सूचना के अनुसार अनुक्रिया करती हैं। हमारे शरीर में ऊष्मा, ठंडा तथा पीड़ा के अनुभव के लिए बहुत अधिक संवेदक पाए जाते हैं।

अनुक्रिया समन्वय में सूचना प्राप्त करना, उसका विश्लेषण करना तथा मस्तिष्क अथवा मस्तिष्क द्वारा निर्धारित अनुक्रिया सूचना का संचरण सम्मिलित हैं।

अंतःस्रावी ग्रंथियाँ हॉर्मोन स्रावित करती हैं जो अनुक्रिया के समन्वय में सहायक हैं। विभिन्न ग्रंथियाँ द्वारा भिन्न-भिन्न हॉर्मोन स्रावित होते हैं जिन्हें उन भागों को स्थानांतरित कर दिया जाता है जहाँ उनकी क्रिया की आवश्यकता है।

पौधों में भी समन्वय प्रक्रम का नियंत्रण हॉर्मोन द्वारा होता है। पौधों में अनुक्रिया विभिन्न उद्दीपक जैसे प्रकाश, गुरुत्व तथा जल के प्रति अनुवर्तन के रूप में परिलक्षित होती हैं। पौधों में वृद्धि एवम् परिवर्धन हॉर्मोन द्वारा नियंत्रित होते हैं।

पौधों तथा जंतु दोनों में ही वृद्धि संख्या में, द्रव्यमान (भार) अथवा आकार अथवा दोनों प्रकार से हो सकती है।

जंतुओं में चलन अथवा गमन के विभिन्न तरीके हैं। निम्न प्राणियों (अकशेरुकी) में यह पक्ष्माभ, कशाभ, पेशी ऊतक, संधियुक्त पाद तथा पंखों द्वारा होती है। उच्च प्राणियों (कशेरुकी) में पख, पंख, पाद, अस्थियों तथा पेशियाँ चलन (गमन) में सहायता करती हैं।

## अभ्यास

1. उद्दीपन की परिभाषा लिखिए।
2. दो प्रकार के उद्दीपनों के उदाहरण दीजिए।
3. जीवों में अनुक्रिया के समन्वय की क्यों आवश्यकता है?
4. केंद्रीय तंत्रिका तंत्र में भाग लेने वाले महत्वपूर्ण अंगों के नाम लिखिए।
5. उचित शब्दों द्वारा रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए :
   (i) मस्तिष्क तक सूचना ले जाने वाली तंत्रिका को ——— कहते हैं।
   (ii) प्रेरक तंत्रिका का कार्य ——— की अनुक्रिया का संचरण करना है।
   (iii) स्वचालित तंत्रिका तंत्र ——— तथा ——— क्रियाओं को नियंत्रित करता है।
6. निम्नलिखित में से कौन से कथन सत्य हैं तथा कौन से असत्य है :
   (i) मेरु रज्जु प्रतिवर्ती क्रिया के लिए उत्तरदायी है।
   (ii) स्वचालित तंत्रिका समन्वय में मस्तिष्क का कोई कार्य नहीं है।
   (iii) ऐच्छिक अनुक्रिया मेरु रज्जु द्वारा नियंत्रित होती है।
   (iv) बहुकोशिक जीवों में तंत्रिकाओं द्वारा समन्वय ही नियंत्रण का एकमात्र तरीका है।
   (v) जिन प्राणियों में तंत्रिकातंत्र अनुपस्थित होता है उनमें अनुक्रिया नियंत्रण नहीं होता।
7. प्रतिवर्ती चाप का आरेख पथ बनाकर इसके भागों के नाम लिखिए।
8. तंत्रिकोशिकाएँ केवल तंत्रिकाक्ष द्वारा एक दूसरे से जुड़ी होती हैं। व्याख्या कीजिए।
9. विभिन्न प्रकार के स्वाद की पहचान में जीभ (जिह्वा) की क्या भूमिका है? समझाइए।
10. समन्वय में संवेदी (ग्राही) अंग कौन-से हैं? दो संवेदक अंगों के नाम लिखिए।
11. तंत्रिका समन्वय प्रणाली के विभिन्न चरणों का क्रमबद्ध विवरण लिखिए।
12. घुटने द्वारा झटका मारने के प्रक्रम में उद्दीपन-अनुक्रिया का वर्णन कीजिए।
13. अंत:स्रावी ग्रंथियों को नलिकाविहीन ग्रंथियाँ क्यों कहा जाता है?
14. किस ग्रंथि के स्राव से पीयूष ग्रंथि द्वारा स्रावित हॉर्मोन में कमी आती है?

15. डरावना दृश्य देखते ही ऐड्रिनलीन हॉर्मोन का स्रवण अधिक हो जाता है? इस अनुक्रिया को क्या कहते हैं?

16. कॉलम I में दी गई ग्रंथि के लिए कॉलम II में दिए गए हॉर्मोन के नाम से मिलान कीजिए।

| *कॉलम I* | | *कॉलम II* | |
|---|---|---|---|
| (a) | थाइरॉइड | (i) | थाइरोट्रॉपिक हॉर्मोन |
| (b) | अग्न्याशय | (ii) | थाइरॉक्सिन |
| (c) | अंडाशय | (iii) | इंसुलिन |
| (d) | पीयूष ग्रंथि | (iv) | ऐस्ट्रोजन |

17. निम्नलिखित को परिभाषित कीजिए:
हॉर्मोन
अनुवर्तन
गुरुत्वानुवर्तन

18. किसी नवोद्भिद (बीजांकुर) में होने वाली वृद्धि को आप किस प्रकार दर्शाएँगे?

19. गति तथा चलन में अंतर स्थापित कीजिए।

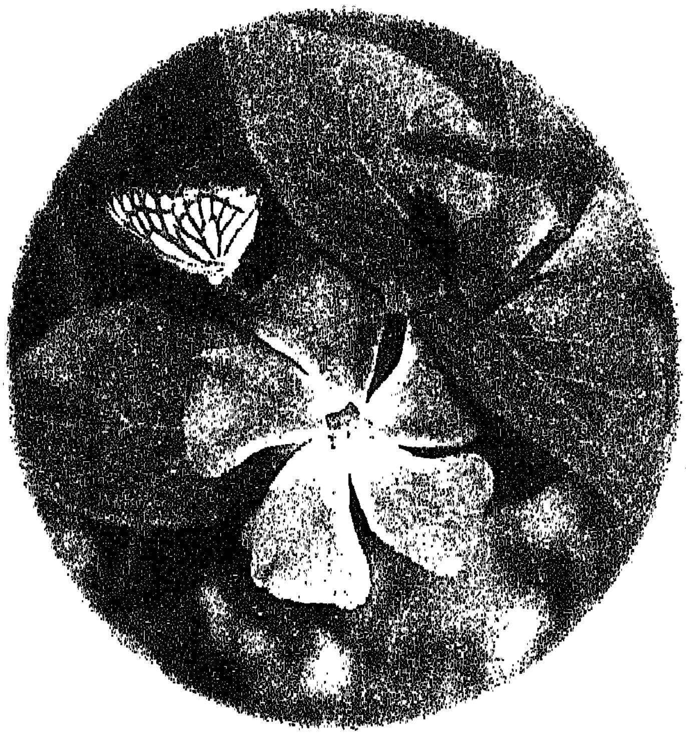
20. **अमीबा** तथा **पैरामीशियम** में चलन के अंगों के नाम लिखिए।

21. केंचुए में चलन किस प्रकार होता है?

22. जंतुओं के चलन में बहि:कंकाल तथा पेशियों का क्या महत्व है?

23. मछली, मेंढक तथा साँप में चलन के अंगों के नाम लिखिए।

24. द्विशिरस्क तथा त्रिशिरस्क पेशियों की कार्यविधि का वर्णन कीजिए।



अध्याय 9

# जनन

जीवों का सबसे महत्वपूर्ण गुण उनकी जनन क्षमता है। अभी तक आपने जिन जैव प्रक्रमों का अध्ययन किया है, वे सब जीव को जीवित रखने में सहायता करती हैं। सभी जीवधारी वृद्ध होते हैं और अंततः मृत्यु को प्राप्त होते हैं। अपनी प्रजाति (स्पीशीज) को बनाए रखने के लिए किसी विशिष्ट प्रकार के पौधे अथवा जंतु को अपनी जैसी प्रतिलिपियाँ बनाना आवश्यक है। जनकों के द्वारा जीवों की उत्पत्ति के प्रक्रम को **जनन** कहते हैं। जनकों द्वारा नए जीवों को उत्पन्न करने की कई विधियाँ हैं। कुछ अंडों को तोड़कर निकलते हैं, जैसे मुर्गियाँ तथा साँप। कुछ अपनी माता से जन्म लेते हैं, जैसे बिल्ली, कुत्तों और मनुष्य में होता है। कुछ जंतु जनक के शरीर से या शरीर के किसी भाग से उत्पन्न होते हैं। उदाहरण के लिए हाइड्रा, यीस्ट, ईख (या गन्ना) और गुलाब के पौधे। कुछ जीव स्वयं दो या अधिक संततियों में विभाजित होकर अपने ही जैसे कई जीव उत्पन्न करते हैं जैसे – अमीबा और अन्य कई सूक्ष्मजीव।

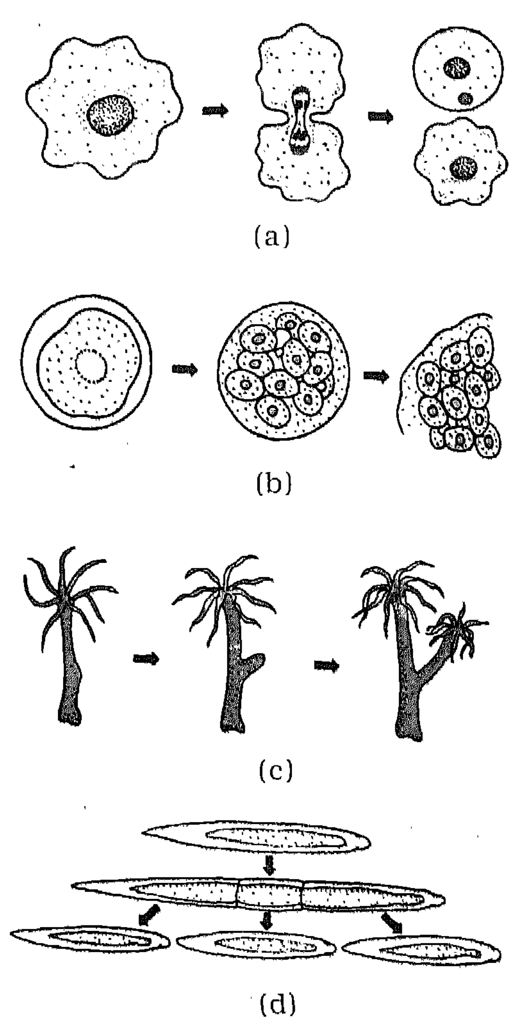
इस अध्याय में आप दो महत्वपूर्ण जैविक प्रक्रमों–जनन व विकास – के बारे में अध्ययन करेंगे जो भिन्न परंतु परस्पर संबंधित और अपृथक्कारी

प्रक्रम हैं। जनन जीवों की संख्या में वृद्धि करता है जबकि शारीरिक संरचनाओं में वृद्धि होने के प्रक्रम को विकास कहते हैं। जनन की विधियाँ अत्यधिक विविधता प्रस्तुत करती हैं। संतति (i) एकल जीव या (ii) दो जीवों के भाग लेने से उत्पन्न हो सकती हैं। अलैंगिक जनन में नया जीव एकल जनक से उत्पन्न होता है। उदाहरण के लिए कोई अमीबा दो संतति कोशिकाओं को उत्पन्न करता है। कोई हाइड्रा अनेक छोटे हाइड्रा (मुकुल) को उत्पन्न करने की क्षमता रखता है। लैंगिक जनन में किसी नए जीव को उत्पन्न करने के लिए दो जनकों के सहयोग की आवश्यकता पड़ती है। अधिकतर लैंगिक जनन करने वाले जीवों में इस कार्य को करने के लिए विशेष अंग होते हैं। इन अंगों में विशिष्ट कोशिकाएँ (जनन कोशिकाएँ या युग्मक) बनती हैं। मछली, मेंढक, मनुष्य तथा पौधे जैसे कुकुरबिटा (कद्दू, आदि) और तरबूज, दो जनकों से उत्पन्न होते हैं।

## 9.1 अलैंगिक जनन

इस प्रकार के जनन में, एकल जनक की आवश्यकता होती है। अलैंगिक जनन की विभिन्न विधियाँ होती हैं।

***(a) विखंडन* :** कई एककोशिक जीवों में जब जीव कोशिका पूर्ण विकसित होती है तो वह दो भागों में विभाजित हो जाती है। इसे **विखंडन** कहते हैं। विखंडन के प्रक्रम में पहले कोशिका का केंद्रक विभाजित होता है तथा फिर कोशिका द्रव्य। विखंडन के दौरान जब दो जीव बनते हैं तो उस प्रक्रिया को **द्विखंडन** कहते हैं। चित्र 9.1(a) में अमीबा में द्विखंडन विधि से दो संतति कोशिकाओं का उत्पन्न होना दिखाया गया है। क्या आप अनुमान लगा सकते हैं कि नई पीढ़ी को संतति क्यों कहते हैं? कभी-कभी प्रतिकूल परिस्थितियों में कोशिका के चारों ओर एक पुटी (सिस्ट) या संरक्षक परत या भित्ति बन जाती है। पुटी के अंदर कोशिका कई बार विभाजित हो जाती है जिससे कई संतति कोशिकाएँ बन जाती हैं। ऐसी प्रक्रिया को **बहुविखंडन** कहते हैं। पुटी के फटने पर बड़ी संख्या में कोशिकाएँ बाहर निकल जाती हैं। इस विधि को चित्र 9.1(b) में दिखाया गया है।




*चित्र 9.1 (a) अमीबा में विखंडन*
*(b) पुटी का बनना तथा कोशिकाओं का मुक्त होना*
*(c) हाइड्रा में मुकुलन*
*(d) चपटे कृमि में खंडन*

***(b) मुकुलन :*** इस विधि से जनन करने वाले जीव के शरीर पर सर्वप्रथम बल्ब की तरह का उभार बनता है जिसे **मुकुल** कहते हैं। शरीर का केंद्रक दो भागों में विभाजित हो जाता है और उनमें से एक केंद्रक मुकुल में आ जाता है। इसके उपरांत मुकुल स्वयं को पैतृक जीव से अलग कर लेता है, आकार में पूर्ण रूप से वृद्धि करता है और एक नया जीव बन जाता है [(चित्र 9.1 (c)]। यीस्ट तथा हाइड्रा, जीवों के ऐसे दो उदाहरण हैं जो इस विधि से जनन करते हैं।

***(c) खंडन :*** कुछ जीव, जैसे स्पायरोगायरा (शैवाल), पूर्ण विकसित होने के बाद दो खंडों में विभाजित हो जाते हैं। ये खंड वृद्धि करके नए जीव बन जाते हैं। चित्र 9.1(d) में खंडन विधि द्वारा किसी चपटे कृमि से तीन चपटे कृमियों को बनते हुए दिखाया गया है।

***(d)* बीजाणु बनना :** कुछ जीवाणु या बैक्टीरिया तथा अन्य निम्नवर्गीय जीव बीजाणु बनाते हैं। बीजाणु कोशिका की विरामावस्था है जिसमें ऊष्ण एवं शुष्क जैसी प्रतिकूल परिस्थितियों में कोशिका की रक्षा के लिए उसके चारों ओर एक मोटी भित्ति बन जाती है। अनुकूल परिस्थितियों के उपलब्ध होने पर मोटी भित्ति टूट जाती है और जीवाणु जनन करता है तथा सामान्य रूप से वृद्धि करता है। बीजाणु विधि से जनन करने वाली कुछ प्रजातियों के उदाहरण हैं: म्यूकर (फंजाई), फर्न अथवा मॉस।

## 9.2 कायिक प्रवर्धन

कई पौधे एकल जनक पौधे से नए पौधों को उत्पन्न कर सकते हैं। उदाहरणार्थ स्ट्रॉबेरी के पौधे में लंबे तनों की वृद्धि होती है जिनसे नए पौधे उग सकते हैं। यदि आप अपने घर में केक्टस या मांसलोभिद् पौधे उगाते हैं तो नए पौधे को प्राय: किसी पुराने पौधे की कर्तन (का भाग) लेकर उगा सकते हैं। पौधे की कर्तन तने का टुकड़ा हो सकता है जो पूर्ण विकसित पौधे से लिया जाता है। तने की कर्तन को मिट्टी में दबा दिया जाता है। इसे **अलैंगिक जनन** या **कायिक प्रवर्धन** कहते हैं। इस विधि से स्ट्रॉबेरी, आइरिस, आलू व गुलाब के पौधों को उत्पन्न किया जा सकता है। इसी तरह के कई अन्य पौधे हैं जिन्हें इस प्रकार उगाया जा सकता है।

***(a) स्ट्रॉबेरी रनर्स :*** ये पार्श्व प्ररोह हैं जो मिट्टी के ऊपर उगते हैं। इनमें मुकुल या कलियाँ होती हैं जो नए पौधे के रूप में उगती हैं। उसके उपरांत उपरिभूस्तरी या रनर्स नष्ट हो जाते हैं।

***(b) आलू के कंद :*** आलू वास्तव में आलू के पौधे का एक भूमिगत तना होता है जिसमें भोजन संग्रहित रहता है। आलू में अनेक आँखें होती हैं जो नए पौधों के रूप में अंकुरित होती हैं।

***(c) प्रकंद :*** प्रकंद ऐसे तने होते हैं जो मिट्टी में अंदर ही अंदर पार्श्व वृद्धि करते हैं, उदाहरणार्थ अदरक। वे संग्रहित भोजन के कारण फूले हुए होते हैं। अनुकूल परिस्थितियों में वे नए पौधों को उत्पन्न करते हैं।

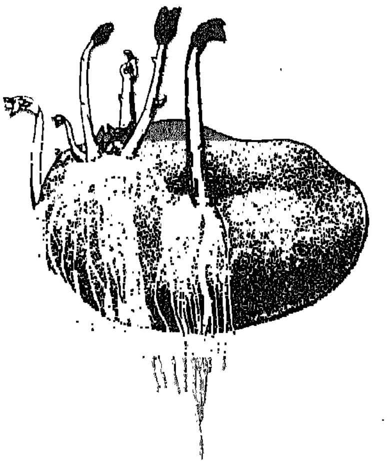
***(d) ग्लैडिओलस घनकंद :*** घनकंद (कॉर्म) एक सूक्ष्म तना होता है जो संग्रहित भोजन से फूला हुआ होता है। घनकंद एक-दूसरे से पृथक् होते हैं और नए पौधों को उत्पन्न करते हैं।

***(e) पत्तियाँ :*** कुछ पौधों की पत्तियों, जैसे ब्रायोफिलम, में कलियाँ होती हैं जो अनुकूल परिस्थितियों में नए पौधों के रूप में विकसित होती है।

कायिक प्रवर्धन मुख्यतया पौधों में पाया जाता है। उदाहरणार्थ, शकरकंद या पुदीने जैसे छोटे पौधों के तने में ऐसी कलियाँ होती हैं जो अनुकूल



(a)



(b)

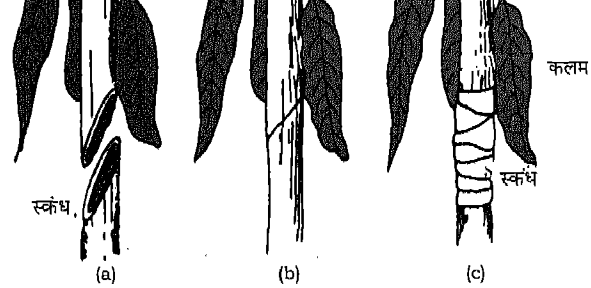
*चित्र 9.2* (*a*) *पुदीना तथा* (*b*) *आलू*

परिस्थितियों में नए पौधों के रूप में विकसित होती हैं [चित्र 9.2(a)]। कुछ अन्य पौधों में शाखाएँ भूमि पर कुछ दूरी पर उगती हैं तथा फिर मूलगुच्छ नीचे की ओर तथा पत्रगुच्छ ऊपर की ओर निकलते हैं। आलू की शल्की पत्तियों के कक्ष में कलियाँ होती हैं। इन कलियों से वायुवीय प्ररोह विकसित होते हैं [चित्र 9.2(b)]। इस प्रकार के जनन के अन्य उदाहरण हैं; अदरक, हल्दी, प्याज, केला, लहसुन तथा जलकुंभी के पौधे। कायिक प्रवर्धन विधि द्वारा उगाए गए पौधों में बीजों द्वारा उगाए गए पौधों की अपेक्षा फूल और फल कम समय में प्रकट हो जाते हैं। इस विधि द्वारा हम बीजहीन पौधों को भी प्राप्त कर सकते हैं। कायिक प्रवर्धन विधि द्वारा उत्पन्न होने वाले संतति पौधे अपने जनक पौधों की मूल प्रतिलिपि होते हैं तथा उनमें किसी भी तरह की विविधता नहीं पाई जाती है। इसलिए हमारे कुछ भोज्य पदार्थ और फल देने वाले पौधे, जैसे, ईख (गन्ना), केला, अनन्नास, शकरकंद, अदरक तथा हल्दी, बीजों से नहीं बल्कि कायिक प्रवर्धन द्वारा उगाए जाते हैं। यह विधियाँ तुलनात्मक रूप से कम समय लेती हैं और संख्यात्मक गुणन भी शीघ्रता से करती हैं।

मनुष्य ने कायिक प्रवर्धन की विधि का उपयोग अपने लाभ के लिए किया है। इससे वह उद्यानों तथा पौध घरों में नए-नए पौधे उगा सकता है। कायिक प्रवर्धन में अपनाए जाने वाली कुछ विधियों में रोपण, कलम, दाब-कलम व ऊतक संवर्धन जैसी विधियाँ अपनाई जाती हैं। आप मानव-विकसित इन विधियों का उपयोग करके बहुत से पौधे उगा सकते हैं जिसे **कृत्रिम प्रवर्धन** कहते हैं।

कायिक प्रवर्धन की कुछ विधियाँ इस प्रकार हैं :

***(a) रोपण :*** इस विधि में हम ऐच्छिक पौधे की टहनी (कलम) को किसी अन्य वृक्ष के ठूंठ (स्कंध) पर लगा देते हैं। स्कंध पौधे के तने का वह भाग होता है जिसके नीचे मिट्टी में पूरा मूल-तंत्र होता है। कलम ऐच्छिक पौधे की टहनी होती है। कलम को स्कंध से बाँध देते हैं (चित्र 9.3)।




*चित्र 9.3 रोपण*

कैम्बियम की प्रक्रिया (सक्रिय कोशिकीय विभाजन गुण) के कारण कलम तथा स्कंध एक दूसरे से जुड़ जाते हैं। स्कंध कलम को पोषण प्रदान करता है। इस विधि को अपनाने से हम अच्छे गुणों वाले पौधे तथा फल प्राप्त कर सकते हैं। आम की बहुत सी किस्में रोपण विधि से प्राप्त की जाती हैं। इस विधि का उपयोग पुष्पधारी झाड़ियों व फल प्रदायी पौधों को उगाने में किया जाता है। यह विधि इसलिए उपयोगी है क्योंकि इन पौधों को बीजों द्वारा उगाना बहुत मुश्किल होता है।

***(b) कलम लगाना :*** यदि हम गुलाब के पौधे की कलम काटकर नम मिट्टी में लगा दें तो इसमें जड़ें निकल आती हैं और बाद में वृद्धि करके नया पौधा बन जाता है। कलम लगाते समय यह ध्यान रखना चाहिए कि उसमें कलियाँ अवश्य हों। कलम लगाने की विधि का उपयोग बोगेनविलिआ, गन्ना और कैक्टस को उगाने में किया जाता है। कलम के द्वारा फूल और बीज का इंतजार किए बिना कई नए पौधे उत्पन्न किए जा सकते हैं। नए पौधे जनक पौधों के मूल प्रतिलिपि होते हैं।

***(c) दाब कलम :*** इस विधि में किसी शाखा को झुकाकर नम मिट्टी में दबा देते हैं। इससे जड़ें निकल आती हैं और उसके बाद नए पौधे बन जाते हैं इन पौधों को जनक पौधों से पृथक कर नए पौधे के रूप में उगाया जाता है। चित्र 9.4 में यह दिखाया गया है कि दाब कलम विधि से चमेली, गुलाब व बोगेनविलिआ के पौधों को किस प्रकार उगाया जाता है।



*चित्र 9.4 दाब कलम लगाना*

***(d) ऊतक संवर्धन :*** पौधे के शीर्ष से किसी वर्धमान भाग को लेकर उसकी कोशिकाओं को एक दूसरे से पृथक किया जाता है। उनको एक जैली (पोषक माध्यम) में डाला जाता है जिसमें हॉर्मोन होते हैं जिससे कोशिकाएँ विभाजित होकर अनेक कोशिकाओं का एक छोटा समूह बनाती हैं। कोशिकाओं का यह छोटा-सा समूह जड़ों को जन्म देता है जिससे सूक्ष्म पौध बनते हैं। सूक्ष्म पौध को फिर एक अन्य जैली में डाला जाता है जिसमें भिन्न प्रकार के हॉर्मोन होते हैं जो उसके प्रांकुरों के उगने में मदद करते हैं। इस तरह के सभी प्रयोग संक्रमण-मुक्त परिस्थितियों में किए जाते हैं। इस तकनीक का उपयोग करके केवल एक जनक से कई सौ पौध उत्पन्न किए जा सकते हैं। सूक्ष्म पौध गमलों अथवा भूमि में रोपण विधि से उगाए जाते हैं और उनको परिपक्व होने तक वृद्धि करने दिया जाता है। ऊतक संवर्धन से आजकल आर्किड, गुलदाउदी, शतावरी तथा बहुत से अन्य पौध तैयार किए जाते हैं।

वाटिका व बागवानी वाले पौधों के कृत्रिम संवर्धन के कई लाभ होते हैं। इनमें से कुछ इस प्रकार हैं:

1. यदि नए पौधों को अपने जनक (पैतृक) पौधों के समान परिस्थितियों में उगाया जाता है तो वे अपने जनक पौधों की मूल प्रतिलिपि होते हैं। पैतृक पौधों के सभी वांछनीय गुण संतति कोशिकाओं में प्रतिरूपित होते हैं।

2. बीजों द्वारा उगाए गए फलों के पौध फल देने में कई वर्ष लेते हैं जबकि कलम लगाकर अथवा

रोपण विधि से उगाए जाने वाले पौधे कुछ समय पश्चात् ही फल देने लगते हैं।

3. कायिक प्रवर्धन से उगाए जाने वाले पौधों को बीजों द्वारा उगाए जाने वाले पौधों की अपेक्षा प्रारंभिक अवस्था में देखरेख की कम आवश्यकता होती है। उगाए हुए कुछ पौधों में लंबी अवधि तक बीज नहीं लगते। वे कायिक प्रवर्धन के द्वारा ही उगाए जाते हैं। उदाहरणार्थ, केला व अनन्नास।

## क्रियाकलाप 1

(a) यीस्ट के केक का एक टुकड़ा (लगभग 25 g) किसी बेकरी अथवा अन्य दुकान से ले लें। इसमें यीस्ट की अनेक कोशिकाएँ होंगी। इसमें से एक टुकड़ा तोड़ लें तथा इसे काँच के बीकर (100 mL) में डालें जिसमें हल्का गर्म पानी रखा हो और एक चम्मच शक्कर घुली हुई हो। इसे कमरे के किसी गर्म भाग में रखें। लगभग एक घंटे बाद इस घोल की एक बूँद को स्लाइड पर रखें तथा सूक्ष्मदर्शी द्वारा प्रेक्षण करें।

(b) आप किसी तालाब से हाइड्रा एकत्रित करके उन्हें आवर्धक लेंस द्वारा भी देख सकते हैं। आप जनक हाइड्रा के शरीर से जुड़ी हुई मुकुलें भी देख सकते हैं।

## क्रियाकलाप 2

डबल रोटी का एक टुकड़ा नम हवा में रखिए। दो दिन पश्चात् किसी आवर्धक लेंस द्वारा डबलरोटी की सतह का निरीक्षण कीजिए। आप पतले धागे के समान तंतुओं (हाइफी) तथा पतले तनों पर गोलिका समान संरचनाएँ देखेंगे। इन गोलिकाओं में बीजाणु होते हैं। स्लाइड पर एक गोलिका लें तथा कवरस्लिप से ढक दें। सूक्ष्मदर्शी से इसका अवलोकन करें। आप बीजाणु देख सकते हैं। इसी प्रकार का कोई बीजाणु वायु में उपस्थित था जिससे डबल रोटी के ऊपर फफूँद उग गई।

## क्रियाकलाप 3

आलू का एक ऐसा टुकड़ा लीजिए जिसमें आँखें हों और इसे गमले में बो दीजिए। इससे उगने वाले आलू के पौधों की जड़ों, तने तथा पत्तियों की जाँच कीजिए। आलू उगाने की यह कायिक प्रवर्धन की विधि, बीजों द्वारा जनन की विधि से अधिक द्रुत है।

## क्रियाकलाप 4

नाइन ओ-क्लॉक पौधे अथवा ब्रायोफिलम (पत्ती) का एक छोटा टुकड़ा लें। इसे गमले अथवा बगीचे में लगा दें। एक सप्ताह के अंदर ही आप नया पौधा उगता हुआ देखेंगे। नाइन ओ-क्लॉक पौधे की शाखाएँ जिनमें पुष्प कलिकाएँ उपस्थित थीं शीघ्र ही पुष्प धारण कर लेंगी।

## क्रियाकलाप 5

आप मनीप्लांट, कैक्टस, चाइना रोज़ और चमेली जैसे किसी पौधे का उसके किसी भाग से

कायिक प्रवर्धन के दौरान उसके विकास का आसानी से अवलोकन कर सकते हैं।

(i) केले के किसी पौधे के भूमिगत तने से एक या अधिक ऐसे तनों को लें अथवा अलग करें जो जमीन की सतह तक उगने वाले प्ररोह हों। आप इन्हें मिट्टी में लगा सकते हैं। ये एक अथवा एक से अधिक वर्षों में फल धारण करने वाले केले के पौधों के रूप में विकसित हो जाएँगे।

(ii) गन्ने की ठूँठ (तने के भाग) को मिट्टी में दबा दीजिए जिससे नए पौधे उग जाएँगे।

(iii) यदि आप डालिया अथवा शकरकंद के तने का भाग लेकर उसे गीली बलुआ मिट्टी में बोते हैं तो ये नए पौधे के रूप में विकसित हो जाएँगे।

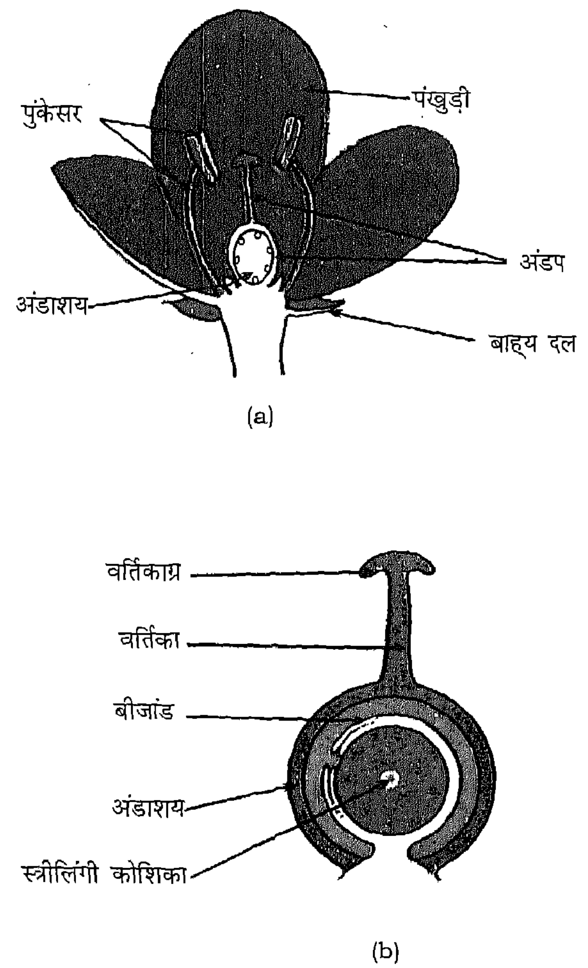
(iv) अनन्नास में भी प्ररोह के वे भाग जो फल धारण करने वाले वृंत के नीचे विकसित होते हैं, अगली फसल को उगाने के लिए प्रयुक्त होते हैं।

**इनके उत्तर दीजिए**

1. लैंगिक और अलैंगिक जनन में क्या अंतर है?
2. अलैंगिक विधि से स्ट्रॉबेरी और आलू के पौधों को कैसे उत्पन्न किया जाता है?
3. कंदों, घनकंदों और प्रकंदों में संग्रहित भोजन को पौधे कैसे उपयोग में लाते हैं?
4. नीचे दिए गए कथनों / निरूपणों को प्रकंद, कंद, घनकंद व भूमि-उपरिरोही के रूप में मिलान कीजिए।
   (a) भूमिगत क्षैतिज तना।
   (b) संग्रहित भोजन से भरपूर सूक्ष्म तना।
   (c) इसकी आँख नए पौधे को जन्म देती है।
   (d) भूमि के ऊपर क्षैतिज वृद्धि करता है।
5. पौधों को कलम व रोपण के द्वारा उगाना क्यों उपयोगी है?
6. कलम लगाना व रोपण में क्या अंतर है?

## 9.3 पौधों में लैंगिक जनन

कई पौधे लैंगिक विधि द्वारा जनन करते हैं। पौधों में यह प्रक्रम पुष्पों (फूलों) द्वारा होता है। चित्र 9.5 (a) तथा (b) में किसी पुष्प की काट को दिखाया गया है। चित्र में दिखाए गए भाग सभी पुष्पों में पाए जाते हैं, यद्यपि वे विविध आकृतियों, आकारों व रंगों में पाए जाते हैं। वह अलग-अलग संख्याओं में भी पाए जा सकते हैं। कई पुष्प नर तथा मादा दोनों लैंगिक इकाइयों (युग्मकों) को बनाते हैं। वे



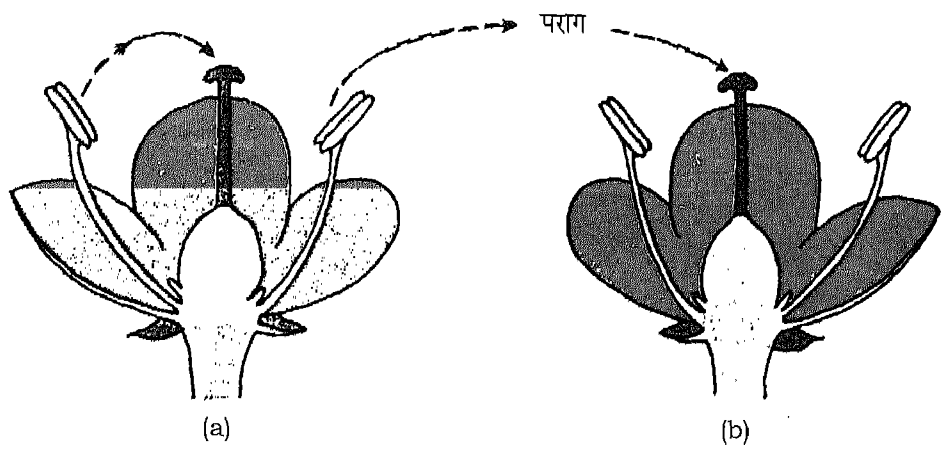

*चित्र 9.5 (a) पुष्प की काट तथा (b) अंडप का आवर्धित स्वरूप*

**उभयलिंगी** होते हैं। नर युग्मक परागकोशों में उत्पन्न होते हैं जो परागकणों के अंदर पाए जाते हैं। मादा युग्मक अंडाशय में बनते हैं। अंडाशय के अंदर एक अथवा एक से अधिक बीजांड होते हैं। मादा युग्मक बीजांड के अंदर पाए जाते हैं।

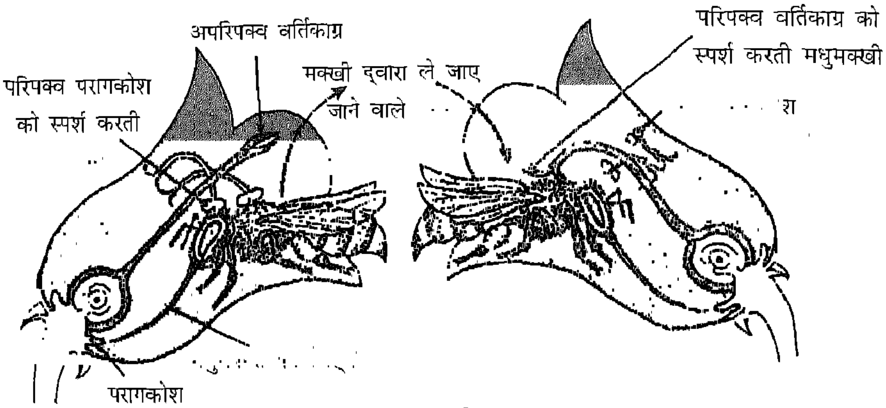
## परागण

परागकोश में बनने वाले परागकणों का वर्तिकाग्र पर स्थानांतरण **परागण** (अथवा **निषेचन**) कहलाता है। पौधे अपने स्थान से स्वयं गति नहीं कर सकते हैं। नर पौधा या पौधे का नर भाग निषेचन प्रक्रम के लिए मादा पौधे की ओर गति नहीं कर सकता है। इसलिए, पौधों में नर युग्मकों को मादा युग्मकों तक पहुँचाने का कार्य कीटों व वायु के माध्यम से होता है। नर युग्मक परागकणों में सुरक्षित रूप से बंद रहते हैं। युग्मक किसी कठोर रक्षात्मक आवरण से घिरे रहते हैं जो उन्हें सूखने से बचाता है। यह बहुत ही महत्वपूर्ण है, क्योंकि नर युग्मक को मादा युग्मक प्राप्त करने के लिए वायु के माध्यम से गति करनी पड़ती है जो बीजांड के अंदर होते हैं। बीजांड पुष्प में अंडाशय के अंदर पाए जाते हैं। परागकण या तो उसी पुष्प के वर्तिकाग्र पर ले जाए जाते हैं (स्व-निषेचन) अथवा समान प्रकार के भिन्न पुष्पों (पर-निषेचन) में ले जाए जाते हैं (चित्र 9.6)।

***(a) कीट परागण*** : कीट द्वारा परागित किए जाने वाले पुष्प प्रायः पराग उत्पन्न करते हैं। पराग, शर्करा का सांद्र विलयन होता है जो कीटों द्वारा भोजन के लिए प्रयुक्त होता है। पुष्प कीटों को आकर्षित करने के लिए या तो भड़कीले रंगों के होते हैं या फिर उनमें तीव्र सुगंध होती है। जब कीट पुष्प तक पहुँचते हैं, तो वे पराग को खोजते हैं। प्रायः यह पुष्प के आधार भाग में होता है, ताकि कीट पराग प्राप्त कर सके। इस प्रक्रम में परागकण कीट पर चिपक जाते हैं। जब कीट किसी पुष्प से पराग प्राप्त कर लेता है तो वह समान प्रकार के अन्य पुष्पों से भी पराग लेने के लिए उनमें भ्रमण करता है। जैसे ही वह दूसरे पुष्प में पराग तक पहुँचने के लिए आधार की ओर जाता है तो उसके शरीर पर चिपके हुए परागकण पुष्प के



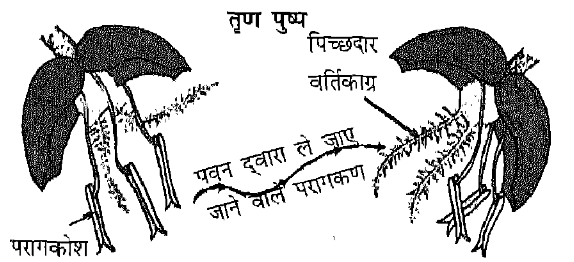

***चित्र 9.6*** *(a) स्व-निषेचन तथा (b) पर-निषेचन*




*चित्र 9.7 कीट परागण*

वर्तिकाग्र पर पहुँच जाते हैं। इस प्रकार दूसरा पुष्प परागित हो जाता है (चित्र 9.7)।

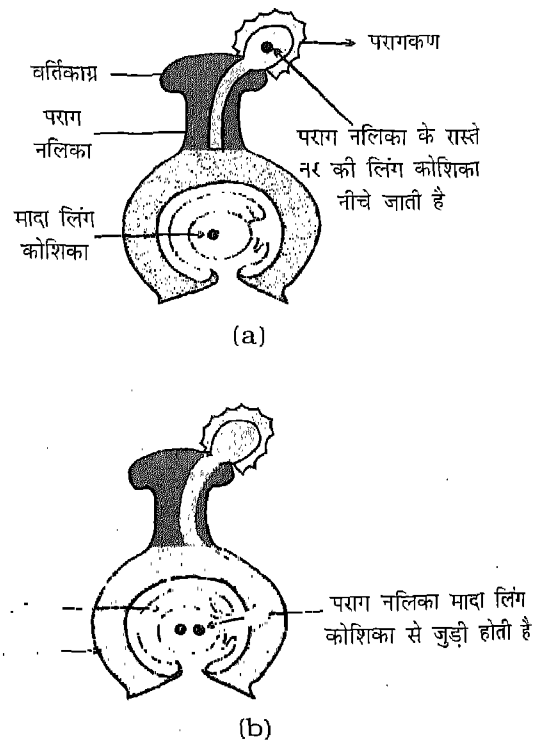
***(b)* वायु परागण** : घास (तृण) सहित कई पौधों के पुष्प परागकणों को एक पुष्प से दूसरे पुष्पों तक पहुँचाने के लिए वायु पर निर्भर रहते हैं। इन पुष्पों को पराग उत्पन्न करने की आवश्यकता नहीं होती-न ही वे भड़कीले रंगों के होते हैं और न ही उनमें तीव्र सुगंध होती है। वायु परागित बहुत से पुष्पों के रंग भड़कीले नहीं होते (चित्र 9.8)।




*चित्र 9.8 वायु परागण*

## निषेचन

परागण के दौरान परागकण परागकोश से वर्तिकाग्र तक ले जाए जाते हैं। अब नर युग्मक को मादा युग्मक तक पहुँचना होता है। वर्तिकाग्र एक द्रव बनाता है जिसमें शर्करा होती है। यदि वर्तिकाग्र उचित प्रजाति के पुष्प से संबंधित होता है तो परागकण इस द्रव से प्रभावित होकर एक नलिका के आकार की संरचना बनाता है जिसे परागनली कहते हैं। परागकण द्वारा बनने वाली यह परागनली किसी एक बीजांड तक पहुँचती है। नर युग्मक परागकण से पृथक होकर परागनली के मार्ग से गति करता जाता है तथा बीजांड में पहुँचकर यह मादा युग्मक से संलयित हो जाता है। इस प्रकार निषेचन का प्रक्रम संपन्न होता है। निषेचित बीजांड (अंडाणु) को **युग्मनज** कहते हैं (चित्र 9.9)।




*चित्र 9.9 युग्मनज का बनना*

### बीज बनना

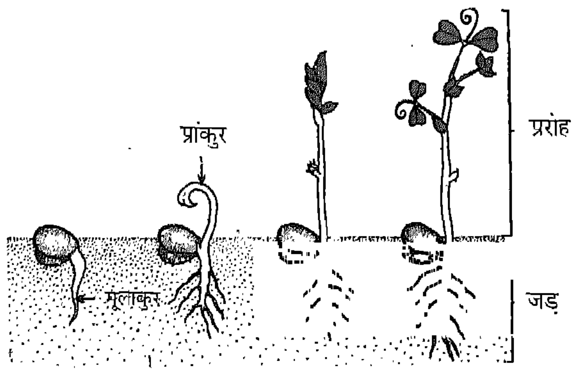
जब एक बार बीजाणु निषेचित हो जाता है, तो उसमें कई परिवर्तन आते हैं। बाह्यदल, दल और पुंकेसरों की अब कोई आवश्यकता नहीं होती। वे मुरझाकर झड़ जाते हैं। प्राय: वर्तिका और वर्तिकाग्र भी नष्ट हो जाते हैं। केवल अंडाशय शेष बचा रहता है। इसमें निषेचित बीजांड उपस्थित होता है। इसके उपरांत युग्मनज विभाजित होना शुरू करता है और भ्रूण बनाता है। भ्रूण में भी एक या दो बीजपत्र होते हैं जो बाद के उपयोग के लिए भोजन संग्रहित रखते हैं। निषेचित व विकसित बीजांड, जिसमें भ्रूण उपस्थित होता है, **बीज** कहलाता है।

### फल का बनना

अंडाशय में भी परिवर्तन आता है और वह फल बन जाता है। कुछ फल मीठे और रसीले हो जाते हैं जैसे आम और संतरा। कभी-कभी वे कठोर व काष्ठीय हो जाते हैं जिससे गिरि का आवरण बनता है। किसी फल में एक या एक से अधिक बीज हो सकते हैं।

### बीजों का अंकुरण

कई बीज अंकुरित होने के लिए बहुत समय लेते हैं। अंकुरण का प्रक्रम जल के अंत:ग्रहण से शुरू होता है। जल, बीज में उपस्थित एंजाइमों को प्रेरित करता है। एंजाइम संग्रहित भोजन को पचाकर उसे घुलनशील (अवशोषणीय) बना देते हैं। घुलनशील भोज्य पदार्थ तब प्रांकुर और मूलांकुर में विसरित हो जाता है और उनकी वृद्धि में सहायक होता है। मूलांकुर पहले उगता है। यह मिट्टी में नीचे की ओर चला जाता है तथा जल और खनिजों को अवशोषित करना शुरू कर देता है। प्रांकुर ऊपर की ओर वृद्धि करता है। जब यह मिट्टी को भेदकर प्रकाश में आता है, तो हरा हो जाता है और प्रकाश संश्लेषण का प्रक्रम शुरू कर देता है। इस समय तक वृद्धि के लिए भ्रूण संग्रहित भोजन पर निर्भर रहता है और अब वह अपना भोजन स्वयं बनाता है (चित्र 9.10)।




*चित्र 9.10 बीज का अंकुरण*

## 9.4 जंतुओं में जनन

जंतुओं में जनन लैंगिक व अलैंगिक दोनों प्रकार से होता है।

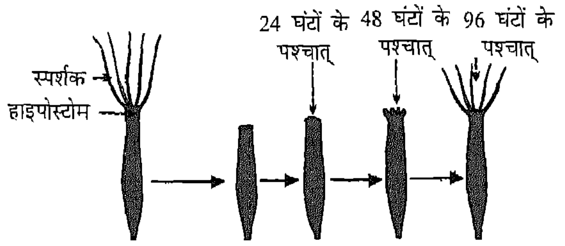
### जंतुओं में अलैंगिक जनन

आपने पौधों में अलैंगिक जनन के बारे में जानकारी प्राप्त कर ली है। इस विधि में केवल एक जनक होता है। प्राय: सरल व सूक्ष्मजीव इस विधि द्वारा जनन करते हैं। अमीबा और पैरामीशियम जैसे सूक्ष्मजीव केवल एक कोशिका के बने होते हैं। वे सरलतम संभावित विधि से अलैंगिक जनन द्वारा दो भागों में बँट कर दो कोशिकाएँ बनाते हैं। अमीबा के विभाजन में लगभग एक घंटे का समय लगता है। दो भाग पृथक होकर दो समान जीव बनाते हैं। हाइड्रा और समुद्री एनीमोन कई कोशिकाओं के बने होते हैं। वे मुकुल उत्पन्न कर अलैंगिक जनन करते हैं। मुकुल एक उभार के रूप में बनना प्रारंभ करता है। इसके बाद स्पर्शक, मुख और उदर (आंत) उत्पन्न होते हैं और फिर यह अपने जनक से पृथक

हो जाता है। इसके विपरीत स्पंज तथा प्रवाल (कोटल) जैसे कुछ जीव अपने जनक जीवों से ही संलग्न रहते हैं। ये मुकुल वृद्धि करके संततियों को जन्म देते हैं। इस प्रकार स्पंजों व प्रवालों की कॉलोनी बन जाती हैं। गुंधे हुए आटे या मैदे को किण्वित करके जलेबियाँ, डबलरोटी और केक आदि बनाने के लिए यीस्ट का उपयोग करते हैं। यीस्ट भी मुकुलन के द्वारा जनन करते हैं।

### पुनरुद्भवन

हाइड्रा जैसे कुछ जीवों के शरीर के किसी टुकड़े से एक नए हाइड्रा का जनन हो सकता है। शरीर के एक भाग से एक पूरे जीवधारी को उत्पन्न करने के इस प्रक्रम को पुनरुद्भवन कहते हैं। चित्र 9.11 में हाइड्रा में इस प्रक्रम के विभिन्न चरण दिखाए गए हैं।



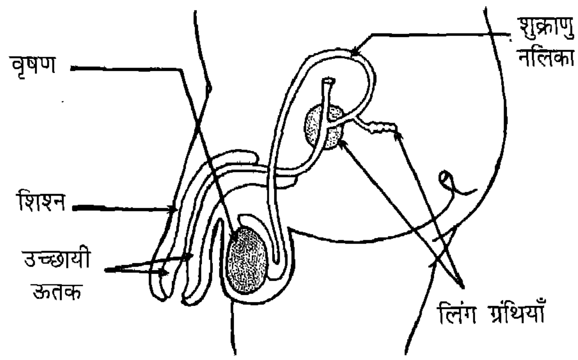

*चित्र 9.11 हाइड्रा में पुनरुद्भवन*

### जंतुओं में लैंगिक जनन

लैंगिक जनन के लिए दो जनकों की आवश्यकता होती है। दोनों ही जनकों में जननांग होते हैं जो जनन कोशिकाएँ उत्पन्न करते हैं। मादा अंडाणु उत्पन्न करती है जबकि नर शुक्राणु उत्पन्न करते हैं। शुक्राणु वृषण नामक जननांग में बनते हैं। मादा जनन कोशिकाओं को अंडाणु कहते हैं। अंडाणु अंडाशय नामक जननांग में उत्पन्न होते हैं। जब शुक्राणु अंडाणु से संलयित होकर एक नई कोशिका युग्मनज बनाता है तो इस प्रक्रम को निषेचन कहते हैं। कोई निषेचित अंडा कई बार विभाजित होता है। कोशिका तब भ्रूण के रूप में विकसित होती है और अंततः भ्रूण शिशु के रूप में विकसित हो जाता है। जब मादा का अंडाणु उसके शरीर के बाहर निषेचित होता है, तो इसे **बाह्य निषेचन** कहते हैं। कीटों, सरीसृपों, पक्षियों व स्तनधारियों (जैसे मनुष्य, आदि) में अंडाणु मादा के शरीर के अंदर निषेचित होते हैं। इसे **अंतः निषेचन** कहते हैं।

## 9.5 मानव में लैंगिक जनन

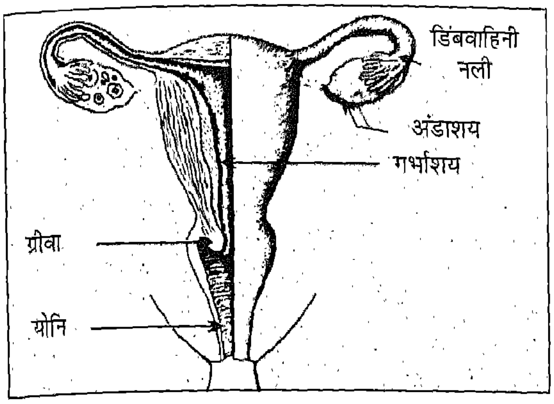
किसी बालक में 11 वर्ष से 16 वर्ष की आयु के बीच अनेक परिवर्तन आते हैं। उसकी आवाज भारी होने लगती है, तथा उसके चेहरे व शरीर पर बाल उगने लगते हैं। उसकी पेशियाँ सुदृढ़ होने लगती हैं तथा उसके वृषण शुक्राणु उत्पन्न करना आरंभ कर देते हैं। ये परिवर्तन कुछ हॉर्मोनों की क्रिया के फलस्वरूप उत्पन्न होते हैं। नर जननांग (वृषणों का युग्म) नर जनन कोशिकाएँ (शुक्राणु) बनाता है। नर जननांगों को चित्र 9.12 में दिखाया गया है।




*चित्र 9.12 नर जननांग*

इसी तरह, 10 से 15 वर्ष की आयु के बीच किसी बालिका के शरीर में भी अनेक परिवर्तन आते हैं। उसके स्तन और कूल्हे विकसित होने लगते हैं। ये परिवर्तन भी हॉर्मोनों की क्रिया के फलस्वरूप उत्पन्न होते हैं, जो नर हॉर्मोनों से भिन्न होते हैं और मादा के अंडाशय में उत्पन्न होते हैं।

चित्र 9.13 में विभिन्न मादा जननांगों को दिखाया गया है।




*चित्र 9.13* मादा जननांग

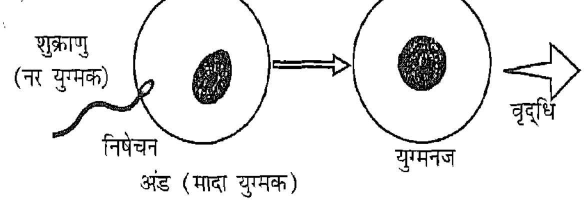
अंडाशय में विकासशील अंडाणु होता है। अंडाणु गोल व 1 mm व्यास के होते हैं। डिंबवाहिनी में कीपाकार छिद्र होता है जो अंडाशय से आने वाले अंडाणु को ग्रहण करती है। डिंबवाहिनी में शुक्राणु अंडाणु की ओर आकर्षित होता है। केवल एक ही शुक्राणु किसी अंडाणु में प्रवेश करता है। शुक्राणु का केंद्रक अंडाणु के केंद्रक से जुड़ जाता है। इस प्रक्रम को निषेचन कहते हैं। निषेचित अंडाणु कई बार विभाजित होकर कोशिकाओं का एक गोलाकार पिंड बनाता है जिसे भ्रूण कहते हैं। अंततः भ्रूण शिशु के रूप में विकसित हो जाता है।

**इनके उत्तर दीजिए**

1. शरीर का कौन सा भाग:
   (a) शुक्राणु उत्पन्न करता है?
   (b) अंडाणु उत्पन्न करता है?
   (c) शुक्राणुओं को नर से मादा में पहुँचाता है।
2. 10 से 15 वर्ष की आयु के बीच किसी बालिका के शरीर को हॉर्मोन कैसे प्रभावित करते हैं?
3. 11 से 16 वर्ष की आयु के बीच किसी बालक के शरीर को हॉर्मोन किस प्रकार प्रभावित करते हैं?
4. मादा जनन कोशिकाओं को क्या कहते हैं?

## इनविट्रो निषेचन

*कुछ स्त्रियाँ इसलिए बाँझ होती हैं क्योंकि उनकी अंडवाहिनी रुद्ध होती है। ऐसी स्त्रियाँ शिशु उत्पन्न नहीं कर सकतीं क्योंकि नर युग्मक (पिता से) माँ के गर्भ में मादा युग्मक के साथ संलयित नहीं हो सकता। ऐसी स्थिति में डॉक्टर (चिकित्सक) मादा (स्त्री) द्वारा उत्सर्जित ताजे अंडाणु और पुरूष (पति) से वीर्य (शुक्राणु) को इकट्ठा करता है। इसके पश्चात् इन अंडाणुओं को शुक्राणु द्वारा निषेचित किया जाता है। निषेचन का यह कार्य चिकित्सक द्वारा मादा के शरीर के बाहर किया जाता है। इस प्रक्रम को इनविट्रो निषेचन कहते हैं। लगभग एक सप्ताह के बाद इनविट्रो प्रक्रम द्वारा प्राप्त एक या एक से अधिक सक्षम भ्रूणों को माता के गर्भ (गर्भाशय) में स्थापित किया जाता है। जब भ्रूण गर्भाशय में स्थापित हो जाता है तो सामान्य गर्भधारण की अवस्था शुरू हो जाती है और लगभग नौ महीने के बाद शिशु का जन्म होता है। प्रारंभ में इस विधि का उपयोग, सन 1950 ई. में, फार्म में पाले जाने वाले पशुओं के लिए किया गया और 1978 में इस विधि का उपयोग सफलतापूर्वक मानवों के लिए किया गया। इस प्रौद्योगिकी का उपयोग अब हमारे देश में भी किया जाने लगा है तथा इसके द्वारा हर वर्ष अनेक शिशुओं का जन्म होता है। तथापि, इनविट्रो प्रौद्योगिकी द्वारा शिशु उत्पन्न करने में सफलता की दर केवल 30% से 40% तक होती है। ऐसे शिशुओं को परखनली शिशु भी कहते हैं जो एक मिथ्या नाम है। इस विधि से किसी शिशु के जनन की प्रक्रिया में, निषेचन के आरंभिक विकास की एक अल्प अवधि (लगभग एक सप्ताह) को छोड़कर भ्रूण के शिशु के रूप में विकसित होने की संपूर्ण अवधि माता के गर्भ में संपन्न होती है।*




*चित्र 9.14 कोशिकाओं का विभेदित होकर अंग बनना*

## 9.6 जीवों में विकास

बहुकोशिक जीव अपना जीवन एकल कोशिका जैसे बीज, बीजाणु अथवा निषेचित अंडाणु से प्रारंभ करते हैं। एक कोशिका से किसी पूर्ण विकसित बहुकोशिक जीव के बनने में विभिन्न प्रारंभिक चरण (पद) सम्मिलित होते हैं। बीज व बीजाणु अंकुरित होते हैं। युग्मनज भ्रूण का निर्माण करता है (चित्र 9.14)। इसका अभिप्राय यह है कि वृद्धि किसी विशिष्ट कोशिका से प्रारंभ होती है। यह किसी विशिष्ट आकृति के जंतु अथवा पौधे के बनने का प्रथम चरण है। कुछ आधारभूत इकाइयों (जैसे कि बीज, युग्मनज और शरीर के किसी भाग) से किसी जीव के बनने के प्रक्रम को **विकास** कहते हैं। निषेचन के पश्चात् कोशिका विभाजन होता है और एकल कोशिका के युग्मनज से कोशिकाओं का पिंड बन जाता है। तत्पश्चात्, कोशिकाओं में गति होती है और उनकी विभिन्न परतें बन जाती हैं। कोशिकाओं के इस गोलाकार पिंड में अनेक क्रमबद्ध परिवर्तन होते हैं। कोशिकाएँ तब विभेदित होकर अंग बनाती हैं। जब एक बार शरीर के सभी अंग भली-भाँति प्रकट हो जाते हैं, तो नन्हे जीव का जन्म होता है या जीव अंडा तोड़कर बाहर निकलता है। अंतत:, यही नन्हा जीव वयस्क जीव के रूप में विकसित होता है।

प्रत्येक जीव भिन्न-भिन्न प्रकार से विकसित होता है। संभवत: आप जानते हैं कि कई कीटों, जैसे तितली तथा मच्छर, में अंडे से निकलने के बाद पूर्ण कीट (तितली अथवा मच्छर) बनने तक के बीच में विकास के कई चरण होते हैं। उनके विकास के प्रक्रम में कृमि की भाँति एक अवस्था आती है जिसे लारवा कहते हैं। इसके पश्चात् लारवा प्यूपा में तथा अंतत: प्यूपा वयस्क में परिवर्तित हो जाता है। कभी-कभी आप चावल, आटे तथा दूसरे अनाजों में कुछ कीटों को देख सकते हैं। यदि आप ध्यानपूर्वक देखें तो आप इन कीटों के विकास के विभिन्न चरण जैसे लारवा, प्यूपा तथा वयस्क अवस्थाओं को पहचान सकेंगे।

## 9.7 जन्म-नियंत्रण

मानव के जनन तंत्र की कार्य-प्रणाली के बारे में हमारा ज्ञान हमें यह जानकारी प्रदान करता है कि निषेचन से बचकर गर्भधारण को रोका जा सकता है। निषेचन के प्रक्रम की रोकथाम का सरल उपाय शुक्राणु व अंडाणु के संलयन को रोकना है। आजकल कई यांत्रिक, रासायनिक एवं शल्य युक्तियाँ उपलब्ध हैं जिनके उपयोग से निषेचन के प्रक्रम को रोका जा

सकता है। इस संदर्भ में सलाह देने के लिए देशभर में अनेक परिवार कल्याण केंद्र खोले गए हैं। इस क्षेत्र में कार्यरत व्यक्ति हमारे देश की विशाल जनसंख्या में वृद्धि दर की रोकथाम कर जनसंख्या समस्या का समाधान करने का प्रयास कर रहे हैं। परिवार कल्याण और जीवन की गुणवत्ता को सुधारने के लिए जनसंख्या का प्रबंधन आवश्यक है।

यद्यपि शिशु के जन्म को निश्चित रूप से रोकने की कई विधियाँ ज्ञात है; परंतु अब तक वांछित उद्देश्यों की प्राप्ति नहीं हो सकी है। जनसंख्या विस्फोट के कुछ प्रमुख कारण निम्नलिखित हैं:

*(i)* ***शिक्षा की कमी*** : विशाल जनसंख्या व गरीबी के आपस के संबंध के बारे में अधिकांश जनता अनभिज्ञ है। वह परिवार कल्याण के कार्यक्रमों को अपनाने के लिए उत्सुक नहीं हैं। इसके अतिरिक्त मानव जनन तंत्र की कार्य-प्रणाली के बारे में भी उनमें पर्याप्त ज्ञान की कमी है।

*(ii)* **पारंपरिक विश्वास** : शिशु का जन्म संपन्नता का द्योतक माना जाता है। इसको प्रकृति व ईश्वर की देन माना जाता है। इसलिए, गर्भधारण को रोकने के लिए कोई प्रयास नहीं किए जाते।

*(iii)* ***आर्थिक कारण*** : बच्चे परिवार की आय बढ़ाने के साधन समझे जाते हैं।

*(iv)* ***मृत्यु दर*** : हमारे देश में शिशु-मृत्यु दर अति उच्च है। इसलिए, निम्न आय वर्ग के लोगों में अधिक बच्चों को पैदा करने की प्रवृत्ति होती है ताकि कुछ बच्चे जीवित रहें।

बार-बार गर्भधारण माता के स्वास्थ्य को गंभीर रूप से प्रभावित करता है। बड़े परिवारों के कई बच्चे अपने बचपन की प्रारंभिक अवस्था से ही प्राय: कुपोषित होते हैं। आप यह पहले ही पढ़ चुके हैं कि कुपोषण मानसिक व शारीरिक स्वास्थ्य पर प्रतिकूल प्रभाव डालता है। परिवार कल्याण केंद्रों का मुख्य कार्य ऐसी माताओं व कुपोषित बच्चों को स्वास्थ्य सुविधाएँ प्रदान करना भी है। चिकित्सा व सामाजिक कार्यकर्ता उन्हें छोटे परिवारों और बच्चों के बीच जन्म में अंतर रखने के लाभ के विषय में सलाह देते हैं। परिवार कल्याण केंद्रों में जन्म नियंत्रण की विभिन्न विधियों व सुरक्षित यौन-संबंधों के बारे में शिक्षा प्रदान की जाती है।

**प्रमुख शब्द**

जंतु जनन, अलैंगिक जनन, मुकुलन, कलम लगाना, विकास, भ्रूण, बाह्य निषेचन, पुष्प संरचना, युग्मक, रोपण, अंत: निषेचन, दाब कलम, पादप जनन, परागण, पुनरुद्भवन, बीज बनना, जननांग, लैंगिक जनन, कायिक प्रवर्धन, युग्मनज

## सारांश

सभी जीव पृथ्वी पर जीवन की निरंतरता (सततता) को बनाए रखने के लिए अपने ही तरह के नए जीवों को जन्म देते हैं।

जनन की दो विधियाँ हैं:

(i) अलैंगिक तथा (ii) लैंगिक

अलैंगिक जनन में द्विखंडन, मुकुलन, बीजाणु बनना, पुनरुद्भवन तथा कायिक प्रवर्धन सम्मिलित हैं। इन सभी प्रक्रमों में केवल एक जनक की आवश्यकता होती है।

कायिक प्रवर्धन मुख्यतया पौधों में पाया जाता है।

कई पौधे लैंगिक विधि से जनन करते हैं।

पौधों में नर युग्मक परागकणों के अंदर पाए जाते हैं जबकि मादा युग्मक अंडाशय में बनते हैं।

निषेचित व विकसित बीजांड, जिसमें भ्रूण उपस्थित होता है, बीज कहलाता है।

सूक्ष्म जीव, जैसे अमीबा व पैरामीशियम, अलैंगिक जनन की सबसे सरल संभावित विधि द्वारा विभाजित होकर दो कोशिकाएँ बनाते हैं।

बहुकोशिक जीवों में लैंगिक जनन, जननांगों के भाग लेने के फलस्वरूप होता है जो नर व मादा में भिन्न होते हैं।

लैंगिक जनन की विधि में नर तथा मादा युग्मक भाग लेते हैं। इन दो युग्मकों के संलयन को निषेचन कहते हैं। प्रत्येक निषेचित अंडाणु युग्मनज के रूप में विकसित होता है।

युग्मनज के विभाजन द्वारा भ्रूण बनता है, जो अंततः वयस्क के रूप में विकसित होता है।

किसी जीव के युग्मनज, बीजाणु या बीज से वयस्क बनने के सभी पदों (चरण) के प्रक्रम, विकास में सम्मिलित होते हैं।

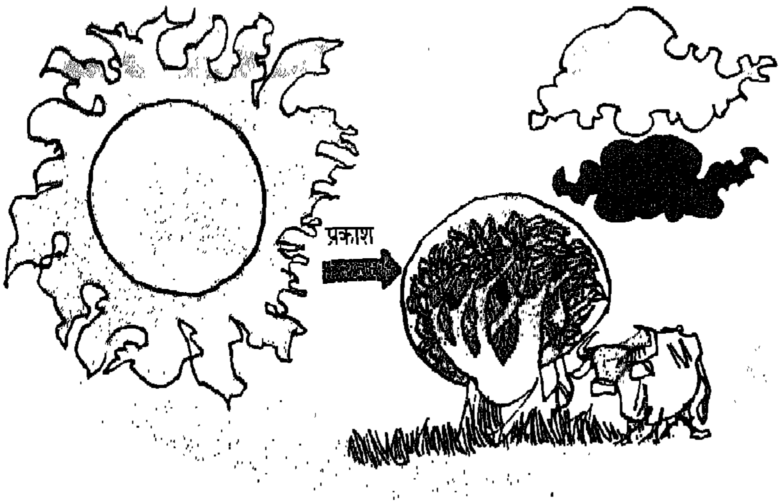
## अभ्यास

1. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए–
   (i) पृथ्वी पर जीवन की निरंतरता ——— के प्रक्रम द्वारा सुनिश्चित होती है।
   (ii) किसी पुष्प में नर तथा मादा युग्मकों को क्रमशः ——— तथा ——— कहते हैं।
   (iii) जब कोई जीव अपने शरीर के भागों द्वारा अनेक नए जीव उत्पन्न करता है तो इस प्रक्रम को ——— जनन कहते हैं।
   (iv) कोई बहुकोशिक जीव अपना जीवन लैंगिक जनन द्वारा ——— के रूप में प्रारंभ करके किसी निश्चित आयु तक ही वृद्धि करते हैं।
   (v) पौधे ——— वृद्धि करते हैं जबकि जंतु एक ——— तक ही वृद्धि करते हैं।

2. कॉलम A में दिए गए शब्दों का कॉलम B में दिए गए शब्दों से संबंध जोड़िए।

| *कॉलम A* | *कॉलम B* |
|---|---|
| शुक्राणु | मादा अंग |
| अंडाशय | वृद्धि |
| कोशिका | नर युग्मक |

3. अमीबा किस प्रकार जनन करता है?
4. डबल रोटी के ऊपर फफूँद कहाँ से आती है?
5. निम्नलिखित शब्दों को समझाइए
   द्विखंडन, पुरुद्भवन तथा निषेचन
6. किसी पुष्प में जनन अंग कौन-कौन से होते हैं? परागण किस प्रकार होता है? बीज किसे कहते हैं?
7. प्रकृति में निषेचन की विभिन्न विधियों के कुछ उदाहरण दीजिए। क्या सभी जीव मानव की भाँति शिशुओं को जन्म देते हैं?
8. पौधों में किन-किन विभिन्न विधियों से जनन होता है?
9. अलैंगिक जनन की विभिन्न विधियों को समझाइए।
10. लैंगिक जनन किसे कहते हैं?
11. ऊतक संवर्धन द्वारा जनन किस प्रकार किया जाता है?
12. परागण से प्रारंभ होकर बीज बनने तक के प्रक्रम में कौन-कौन से चरण होते हैं?
13. बाह्य निषेचन व अंतःनिषेचन से आप क्या समझते हैं?




## अध्याय 10

# ऊष्मा तथा ताप

अपने दैनिक जीवन में प्राय: आप 'गर्म', 'गुनगुना' और 'ठंडा' जैसे शब्दों का प्रयोग करते हैं। आप 'गर्मियों के गर्म दिन' तथा 'सर्दियों की ठंडी रात' की बात करते हैं। गर्मियों में आप 'ठंडे जल का एक गिलास' तथा सर्दियों में 'गर्म चाय का एक प्याला' पीना पसंद करते हैं। जिस भौतिक राशि के द्वारा आप किसी वस्तु की ऊष्णता की तुलना कर सकते हैं उसे **ताप** कहते हैं। पिछली कक्षा में आप सीख चुके हैं कि तापमापी (थर्मामीटर) के द्वारा किसी वस्तु का ताप कैसे मापा जाता है। जब आप गर्म जल को स्पर्श करते हैं तो आपको गर्मी का अनुभव होता है। इसी प्रकार जब आप बर्फ के टुकड़े को स्पर्श करते हैं तो ठंडेपन का अनुभव होता है। ऐसा इसलिए होता है, क्योंकि पहली अवस्था में ऊर्जा गर्म जल से आपके हाथ की ओर बहती है तथा दूसरी अवस्था में ऊर्जा आपके हाथ से बर्फ की ओर बहती है। दो वस्तुओं के बीच ताप के अंतर के कारण, एक वस्तु से दूसरी वस्तु की ओर ऊर्जा के स्थानांतरण को **ऊष्मा** कहते हैं। ऊर्जा के इस स्थानांतरण की दिशा सदैव उच्च ताप वाली वस्तु से निम्न ताप वाली वस्तु की ओर होती है।

ऊष्मा ऊर्जा के अन्य रूपों में भी परिवर्तित हो सकती है। उदाहरण के लिए, लोहे को गर्म करने पर यह लाल तप्त हो जाता है तथा प्रकाश उत्सर्जित करता है। यहाँ ऊष्मा प्रकाश उत्पन्न करती है। भाप के इंजन में ऊष्मा यांत्रिक ऊर्जा में परिवर्तित होती है। विशेष युक्तियों द्वारा ऊष्मा को विद्युत् ऊर्जा में भी परिवर्तित किया जा सकता है।

ऊर्जा के अन्य रूपों को भी ऊष्मा में परिवर्तित किया जा सकता है। उदाहरण के लिए अपने हाथों को परस्पर तेजी से रगड़ कर आप यांत्रिक ऊर्जा द्वारा उत्पन्न ऊष्मा का अनुभव कर सकते हैं। जब वायु में मोमबत्ती जलती है तो रासायनिक ऊर्जा ऊष्मा में परिवर्तित हो जाती है। किसी विद्युत् बल्ब में वैद्युत ऊर्जा प्रकाश तथा ऊष्मीय ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है।

ऊष्मा द्वारा किसी वस्तु में कौन-कौन से विभिन्न प्रभाव उत्पन्न किए जा सकते हैं? ऊष्मा का एक वस्तु से दूसरी वस्तु में स्थानांतरण किस प्रकार होता है? ऊष्मा किस मात्रक में मापी जाती है? इस अध्याय में आप इनके विषय में अध्ययन करेंगे।

## 10.1 ऊष्मा के प्रभाव

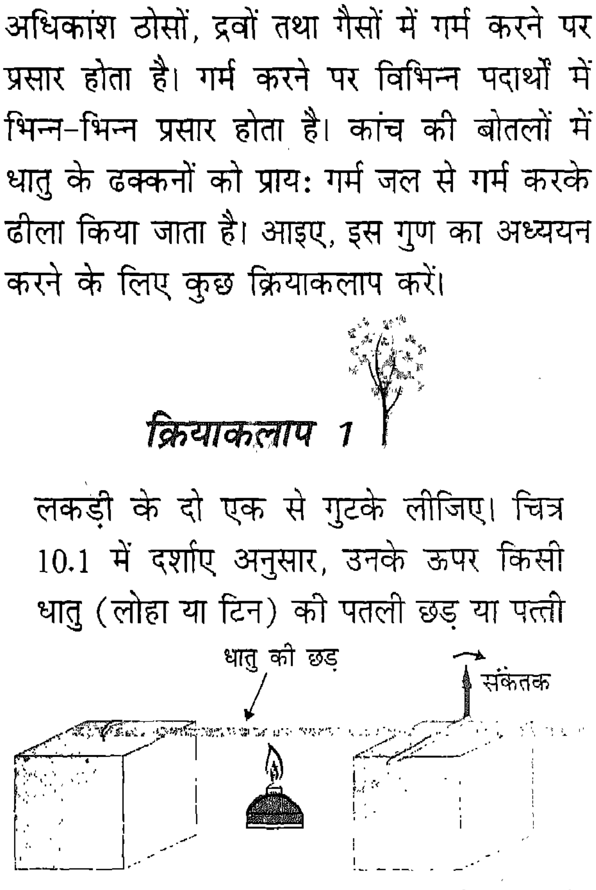
पदार्थ पर ऊष्मा के अनेक प्रभावों से संभवत: आप परिचित होंगे। बर्फ का पिघलना, जल का उबलना और धीरे-धीरे गायब हो जाना, ऊष्मा के प्रभाव से ही होता है। जब किसी वस्तु को गर्म करते हैं तो उसमें अनेक परिवर्तन हो सकते हैं। सबसे सामान्य परिवर्तन उस पिंड के ताप में वृद्धि है। कुछ परिवर्तन इतने स्पष्ट नहीं होते। गर्म करने पर पिंड आकार में भी कुछ फैल सकता है। गर्म करने पर पदार्थ की अवस्था में भी परिवर्तन आ सकता है। गर्म करने पर पदार्थ ठोस से द्रव में या द्रव से गैस में भी परिवर्तित हो सकता है। यह ऊष्मा का अत्यंत परिचित प्रभाव है। ऊष्मा रासायनिक अभिक्रियाओं की गति भी बढ़ा सकती है। ऊष्मा कुछ जीवों को नष्ट भी कर सकती है। हम दूध तथा जल को उनमें उपस्थित हानिकारक जीवाणुओं को नष्ट करने के लिए उबालते हैं।

### प्रसार

अधिकांश ठोसों, द्रवों तथा गैसों में गर्म करने पर प्रसार होता है। गर्म करने पर विभिन्न पदार्थों में भिन्न-भिन्न प्रसार होता है। कांच की बोतलों में धातु के ढक्कनों को प्राय: गर्म जल से गर्म करके ढीला किया जाता है। आइए, इस गुण का अध्ययन करने के लिए कुछ क्रियाकलाप करें।

### *क्रियाकलाप 1*

लकड़ी के दो एक से गुटके लीजिए। चित्र 10.1 में दर्शाए अनुसार, उनके ऊपर किसी धातु (लोहा या टिन) की पतली छड़ या पत्ती




*चित्र 10.1 गर्म करने पर छड़ या पत्ती में प्रसार होता है तथा संकेतक घूमता है।*

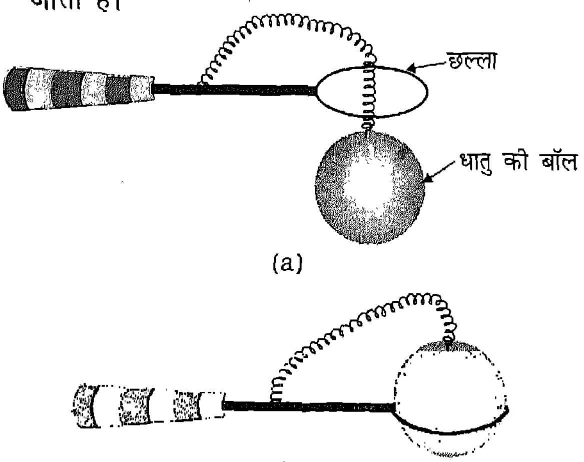
रखिए। छड़ के एक सिरे को एक ओर से अच्छी प्रकार कस दीजिए, छड़ के दूसरे सिरे के नीचे एक सुई रखिए। सुनिश्चित कीजिए कि छड़ सुई पर टिकी रहे और लकड़ी के गुटके को न छुए। एक संकेतक बनाइए और इसे सुई के नुकीले सिरे पर लगा दीजिए। छड़ को स्पिरिट लैंप द्वारा गर्म कीजिए। संकेतक में होने वाले परिवर्तन को देखिए।

आप देखेंगे कि गर्म करने पर छड़ में प्रसार होता है और इसके नीचे रखी सुई घूमती है। इसके फलस्वरूप सुई के साथ जुड़ा संकेतक घूमने लगता है।

इस क्रियाकलाप में आप छड़ या पत्ती के स्थान पर कोई धातु का तार, जैसे साइकिल की तीली, का उपयोग भी कर सकते हैं।

## *क्रियाकलाप 2*

इस क्रियाकलाप को करने के लिए आपको चित्र 10.2(a) में दर्शाए गए **गेंद तथा छल्ला उपकरण** की आवश्यकता होगी। जब आप गेंद को छल्ले पर रखते हैं तो यह उसमें से केवल निकल ही सकती है। अब गेंद को कुछ देर गर्म कीजिए और छल्ले के ऊपर रखिए [चित्र 10.2(b)]। क्या गेंद अब भी छल्ले के बीच से निकल पाती है? आप देखेंगे कि गेंद छल्ले के बीच से नहीं निकल पाती क्योंकि गर्म होने के कारण यह प्रसारित हो जाती है।

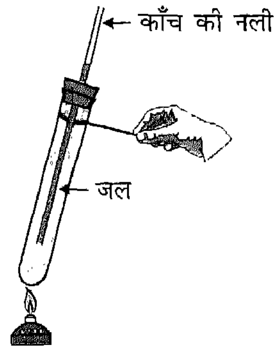



*चित्र 10.2 (a) गर्म करने से पहले गेंद छल्ले में से निकल जाती है। तथा*
*(b) गर्म करने पर गेंद में प्रसार होता है और यह छल्ले में से नहीं निकल पाती।*

उपरोक्त क्रियाकलापों से हम यह निष्कर्ष निकालते हैं कि गर्म करने पर ठोसों में प्रसार होता है। क्या गर्म करने पर द्रवों तथा गैसों में भी प्रसार होता है? आइए देखें।

## *क्रियाकलाप 3*

एक परखनली लीजिए और रबड़ की एक ऐसी डाट लीजिए जिसके बीच में छेद हो। इस छेद में काँच की एक खोखली नली डालिए जिससे कि यह रबड़ की डाट में अच्छी प्रकार फिट हो जाए। परखनली को ऊपर तक जल से भरिए। अब नली लगी डाट को परखनली में लगाइए जिससे कि थोड़ा-सा जल चित्र 10.3 की भांति नली में चढ़ जाए। नली में जल के तल पर




*चित्र 10.3 गर्म करने पर द्रव में प्रसार*

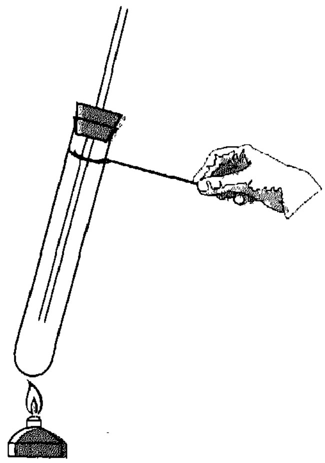
निशान लगाइए। अब परखनली को गर्म कीजिए और नली में जल के तल को देखिए।

आप देखेंगे कि नली में जल का तल ऊपर चढ़ जाता है। इस प्रभाव को स्पष्ट रूप से देखने के लिए आप जल में कोई रंग मिला सकते हैं।

परखनली को गर्म करना बंद कर दीजिए और ठंडा होने दीजिए। देखिए कि जल के तल पर क्या प्रभाव पड़ता है।

### क्रियाकलाप 4

क्रियाकलाप 3 की भाँति फिर से एक परखनली तथा एक नलीयुक्त डाट लीजिए। नली के एक सिरे को रंगीन जल में डुबोइए और बाहर निकाल लीजिए। सुनिश्चित कीजिए कि रंगीन जल की बूँद नली में रह जाए (चित्र 10.4)। नलीयुक्त डाट को खाली परखनली में लगाइए।



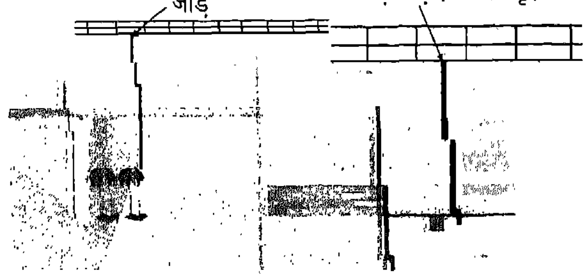
*चित्र 10.4 गर्म करने पर गैस में प्रसार*

नली में जल की बूँद की स्थिति पर चिह्न लगाइए। अब परखनली को लौ के पास लाइए या इसको केवल अपनी हथेली में पकड़िए। नली में रंगीन जल की बूँद की स्थिति को देखिए। आप देखेंगे कि रंगीन बूँद नली में ऊपर की ओर चढ़ जाती है। परखनली को गर्म करना बन्द कीजिए और इसके ठंडा होने पर फिर से बूँद की स्थिति को देखिए। परखनली को सीधे लौ के ऊपर गर्म मत कीजिए, अन्यथा वायु के अत्यधिक प्रसार के कारण जल की बूँद नली से बाहर आ सकती है और परखनली चटख सकती है।

ये क्रियाकलाप दर्शाते हैं कि ठोस, द्रव तथा गैस गर्म करने पर प्रसारित होते हैं तथा ठंडा होने पर सिकुड़ते हैं। द्रवों में ठोसों से अधिक प्रसार होता है तथा गैसों में अधिकतम प्रसार होता है।

हमारे दैनिक जीवन में ऊष्मीय प्रसार के अनेक उपयोग हैं। उदाहरण के लिए, कभी-कभी काँच की बोतल पर लगे धातु के ढकने को ढीला करने के लिए ढक्कन पर गर्म जल डालते हैं। धातु का ढक्कन गर्म होने के कारण प्रसारित होता है और ढीला होकर आसानी से खुल जाता है। इसी प्रकार बैलगाड़ी के लकड़ी के पहिए पर लोहे का घेरा (रिंग) चढ़ाने के लिए लोहार हमेशा घेरे को पहले गर्म करता है। गर्म होने पर घेरा (रिंग) फैल जाता है और आसानी से पहिए के ऊपर चढ़ जाता है। जब घेरा ठंडा होता है तो यह सिकुड़ कर अपने मूल आकार में आ जाता है और पहिए के ऊपर कसकर ठीक बैठ जाता है।

ऊष्णीय प्रसार को ध्यान में रख कर लोहे के पुलों के किनारों पर विशेष प्रकार की संरचना की जाती है। गर्म करने पर कंक्रीट में भी प्रसार होता है। इसीलिए, कंक्रीट के पुल बनाते समय कंक्रीट के पट्ट (स्लैब) के बीच में विशेष प्रकार के प्रसार जोड़ बनाए जाते हैं (चित्र 10.5)। ये जोड़ कंक्रीट के प्रसारित होने पर पुल को आकुंचन से बचाते हैं।




*चित्र 10.5 कंक्रीट के पुलों में प्रसार के लिए जोड़ों के बीच रिक्त स्थान छोड़ा जाता है*

रेलगाड़ी की पटरियों के बीच में भी इसीलिए खाली स्थान छोड़ दिया जाता है जिससे कि गर्मियों में पटरियों के प्रसारित होने पर वे विकृत न हो पाएँ।

**इन्हें उत्तर दीजिए**

1. जब आप किसी ठंडी सतह को छूते हैं तो क्या ऊर्जा इस सतह से आपके हाथ की ओर चलती है या आपके हाथ से ठंडी सतह की ओर चलती है। अपने उत्तर का कारण भी बताइए।
2. समान ताप बढ़ाने पर ठोस या द्रव में से प्राय: किसका प्रसार अधिक होता है?
3. किसी काँच के बर्तन में अचानक गर्म जल डालने पर वह कभी-कभी चटख (टूट) क्यों जाता है?
4. क्या आपने कभी रेल की पटरियों के बीच में रिक्त स्थान देखा है? यह रिक्त स्थान क्यों छोड़ा जाता है?

## अवस्था परिवर्तन

आप जानते हैं कि पदार्थ तीन अवस्थाओं में पाए जाते हैं ठोस, द्रव और गैस। जब किसी ठोस पदार्थ जैसे बर्फ या मोम को गर्म किया जाता है तो वह उबलने लगता है और वाष्प अवस्था में परिवर्तित हो जाता है। आइए, इस प्रकार के परिवर्तन के बारे में विस्तार से जानने के लिए निम्नलिखित क्रियाकलाप करें।

### *क्रियाकलाप 5*

500 mL के एक बीकर में लगभग 200-300 ग्राम कुटी हुई बर्फ लीजिए। बर्फ के अंदर एक तापमापी रखिए और इसका ताप नोट कीजिए। बर्फ को नीचे से गर्म कीजिए और प्रत्येक 30 सेकंड के पश्चात् ताप नोट करते रहिए जब तक कि सारा बर्फ न पिघल जाए। इस प्रकार प्राप्त हुए जल को गर्म करते रहिए और इसका ताप लगभग पाँच मिनट तक प्रत्येक एक मिनट के पश्चात् नोट करते रहिए। अपने प्रेक्षणों को सारणी 10.1 में अंकित कीजिए।

**सारणी 10.1**
**बर्फ का पिघलना**

| *समय* | *पदार्थ की अवस्था* | *ताप* |
|---|---|---|
| 0 s | ठोस | 0°C |
| — | — | — |
| — | — | — |
| — | — | — |
| — | — | — |

इस सारणी से आप देखेंगे कि जब तक सारी बर्फ नहीं पिघल जाती, ताप 0°C पर स्थिर रहता है। यद्यपि हम इस दौरान बर्फ को लगातार ऊष्मा देते रहे, लेकिन इसका ताप नहीं बढ़ा। यह ऊर्जा कहाँ गई? आपने देखा कि इस समय बर्फ पिघलती रही। यह ठोस अवस्था से द्रव अवस्था में परिवर्तित हुई। इस समय जो ऊष्मा प्रदान की गई वह बर्फ की अवस्था परिवर्तन करने में काम आई, अर्थात् बर्फ को पिघलाने में काम आई। जब सारी बर्फ पूरी तरह पिघल जाती है तो समय के साथ जल का ताप बढ़ने लगता है।

वह ताप जिस पर कोई पदार्थ अपनी ठोस अवस्था से द्रव अवस्था में परिवर्तित होता है, उसका **गलनांक** कहलाता है। सारणी 10.2 में कुछ पदार्थों के गलनांक दिए गए हैं।

**सारणी 10.2**
**कुछ पदार्थों के गलनांक**

| *ठोस* | *गलनांक* | *ठोस* | *गलनांक* |
|---|---|---|---|
| बर्फ | 0°C | जस्ता (जिंक) | 419.58°C |
| लोहा | 1535°C | नेफ्थेलीन | 80°C |

उपरोक्त क्रियाकलाप में यदि आप जल को बहुत देर तक गर्म करते रहें तो उसका ताप तब तक बढ़ता रहेगा जब तक कि वह उबलना प्रारंभ न करे। इस समय जल वाष्प में परिवर्तित होने लगता है। यदि आप अब भी जल को गर्म करते रहें तो इसका ताप और अधिक नहीं बढ़ेगा। वह ताप जिस पर कोई पदार्थ अपनी द्रव अवस्था से गैस अवस्था में परिवर्तित होता है, उसका **क्वथनांक** कहलाता है। सारणी 10.3 में कुछ पदार्थों के क्वथनांक दिए गए हैं।

**सारणी 10.3**
**कुछ पदार्थों के क्वथनांक**

| *पदार्थ* | *क्वथनांक* |
|---|---|
| जल | 100 °C |
| पारा | 356.58 °C |
| ताँबा | 2336 °C |
| जस्ता (जिंक) | 907 °C |

## 10.2 ऊष्मा का मापन

आप सीख चुके हैं कि ऊष्मा एक प्रकार की ऊर्जा है जो ताप में अंतर के कारण एक वस्तु से दूसरी वस्तु की ओर स्थानांतरित होती है। ऊष्मा सदैव अधिक ताप वाली वस्तु से कम ताप वाली वस्तु की ओर स्थानांतरित होती है। क्योंकि ऊष्मा ऊर्जा का एक रूप है, इसलिए इसको मापने के लिए ऊर्जा के मात्रक का ही प्रयोग किया जाता है। ऊष्मा का SI मात्रक जूल (J) है। तथापि, ऊष्मा का एक सामान्य मात्रक कैलोरी है। यह मात्रक ऊष्मा के विषय में एक पुरातन सिद्धांत पर आधारित है। इस सिद्धांत के अनुसार ऊष्मा को एक प्रकार के तरल के रूप में माना जाता था, जिसे कैलोरिक कहा जाता था। यह तरल गर्म पिंडों से ठंडे पिंडों की ओर प्रवाहित होता हुआ माना जाता था। यद्यपि आजकल यह सिद्धांत मान्य नहीं है, फिर भी 'कैलोरी' शब्द का अब भी प्रयोग किया जाता है।

कैलोरी ऊष्मा की वह मात्रा होती है जिसके द्वारा 1 ग्राम जल के ताप में 1°C की वृद्धि होती है। ध्यान दीजिए 1 कैलोरी = 4.186 जूल। भोजन की ऊर्जा व्यक्त करने के लिए ऊष्मा का एक अन्य मात्रक किलोकैलोरी का प्रयोग किया जाता है। 1 किलोकैलोरी = 1000 कैलोरी। किलोकैलोरी ऊष्मा की वह मात्रा है जो 1 किलोग्राम जल के ताप में 1°C ताप की वृद्धि कर सकती है। इस मात्रक को प्रायः कैलोरी कहा जाता है (इसे बड़े C से प्रदर्शित करते हैं या केवल Cal लिखते हैं)।

## 10.3 विशिष्ट ऊष्माधारिता

एक ग्राम जल का ताप 1°C बढ़ाने के लिए एक कैलोरी ऊष्मा की आवश्यकता होती है। यदि इतनी ही ऊष्मा किसी खाद्य तेल के एक ग्राम को दी जाए तो उसके ताप में कितनी वृद्धि होगी? इसका उत्तर पाने के लिए आइए निम्नलिखित क्रियाकलाप करें।

### *क्रियाकलाप 6*

समान आकार तथा एक ही पदार्थ के बने दो बीकर लीजिए। इनमें से एक बीकर में 200 ग्राम जल तथा दूसरे बीकर में 200 ग्राम कोई खाद्य तेल लीजिए। पहले बीकर में एक तापमापी रखिए तथा जल का ताप नोट कीजिए। अब एक स्पिरिट लैंप की सहायता से तीन मिनट तक जल को गर्म कीजिए। गर्म करते समय जल को लगातार चलाते रहिए जिससे कि सारा जल एक जैसा गर्म हो। लैंप को हटाइए तथा जल का अंतिम ताप नोट कीजिए। जल के

अंतिम ताप में से प्रारंभिक ताप घटा कर, गर्म करने के कारण उसके ताप में हुई वृद्धि को ज्ञात कीजिए। यही प्रयोग तेल के साथ दोहराइए। तेल तथा जल के ताप में हुई वृद्धि की तुलना कीजिए। ध्यान दीजिए कि तेल तथा जल को समान प्रकार के बीकरों में, ऊष्मा के एक स्रोत से, समान समय तक गर्म किया गया। इसका अर्थ यह हुआ कि जल तथा तेल दोनों को ही ऊष्मा की समान मात्रा दी गई। लेकिन आप यह देखेंगे कि तेल के ताप में वृद्धि जल के ताप में वृद्धि की अपेक्षा अधिक है।

इस प्रकार यदि विभिन्न पदार्थों को समान मात्रा में ऊष्मा दी जाए तो उनके ताप में अलग-अलग वृद्धि होती है। दूसरे शब्दों में, यदि विभिन्न पदार्थों के समान द्रव्यमान के ताप में, मान लीजिए, 1°C, की वृद्धि करना चाहें तो हमें उन्हें ऊष्मा की अलग-अलग मात्राएँ देनी होंगी। पदार्थ के इस गुण को ऊष्माधारिता कहते हैं। किसी पदार्थ के दिए हुए द्रव्यमान की **ऊष्माधारिता** ऊष्मा की वह मात्रा होती है जिसके द्वारा पदार्थ का ताप 1°C तक बढ़ाया जा सके। क्रियाकलाप 6 में आपने देखा है कि जल की अपेक्षा समान द्रव्यमान वाले तेल का ताप 1°C बढ़ाने के लिए कम ऊष्मा की आवश्यकता होती है। अतएव, तेल की ऊष्माधारिता उतने ही द्रव्यमान वाले जल की ऊष्माधारिता से कम होती है। किसी पदार्थ की ऊष्माधारिता उसके द्रव्यमान पर निर्भर होती है। इसीलिए, एक अन्य राशि विशिष्ट ऊष्माधारिता को परिभाषित करना अधिक सुविधाजनक है। यह किसी पदार्थ के एकांक द्रव्यमान की ऊष्माधारिता है। किसी पदार्थ की **विशिष्ट ऊष्माधारिता** उस पदार्थ के 1 किलोग्राम द्रव्यमान का ताप 1°C बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा होती है। इसका मात्रक J/kg °C है अर्थात् जूल प्रति किलोग्राम प्रति °C है।

सारणी 10.4 में कुछ पदार्थों की विशिष्ट ऊष्माधारिता दी हुई हैं।

**सारणी 10.4**
**कुछ पदार्थों की विशिष्ट ऊष्माधारिता**

| *पदार्थ* | *विशिष्ट ऊष्माधारिता* J/kg°C × *1000* | *पदार्थ* | *विशिष्ट ऊष्माधारिता* J/kg°C × *1000* |
|---|---|---|---|
| जल | 4.186 | ऐलुमिनियम | 0.90 |
| सीसा (लैड) | 0.128 | बर्फ | 2.060 |
| ताँबा | 0.386 | किरोसिन | 2.118 |
| काँच | 0.840 | खाद्य तेल | 1.965 |
| लोहा | 0.450 | पारा | 0.14 |

सारणी 10.4 से आप देख सकते हैं कि अन्य पदार्थों की तुलना में जल की विशिष्ट ऊष्माधारिता अधिकतम है। इसका अर्थ यह हुआ कि जल की किसी दी हुई मात्रा तथा उतनी ही मात्रा के दूसरे पदार्थों के ताप में समान वृद्धि करने के लिए जल को अधिक ऊष्मा की आवश्यकता होती है। यही कारण है कि जल को सामान्यत: स्वचालित वाहनों में या अन्य इंजनों में शीतलक के रूप में उपयोग किया जाता है। जल ठंडा होने में भी अधिक समय लेता है। इसी कारण से गर्म जल की बोतलों में जल का उपयोग किया जाता है।

रेत की विशिष्ट ऊष्माधारिता जल की अपेक्षा कम होती है। इसीलिए, मरुस्थलीय क्षेत्रों में पृथ्वी का पृष्ठ दिन के समय जल्दी गर्म हो जाता है तथा रात्रि के समय जल्दी ठंडा हो जाता है।

## ऊष्मा की मात्रा

किसी पदार्थ की विशिष्ट ऊष्माधारिता का मान ज्ञात होने पर हम उस पदार्थ के किसी दिए हुए द्रव्यमान का ताप निश्चित मात्रा तक बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा को आसानी से ज्ञात कर सकते हैं।

उदाहरण के लिए, जब एक किलोग्राम जल का ताप 1°C से बढ़ाया जाता है तो आवश्यक ऊष्मा की मात्रा 4186 J होती है। इसलिए, 1 किलोग्राम जल का ताप 1°C से 10°C तक बढ़ाने के लिए दी जाने वाली ऊष्मा, Q, की मात्रा का मान होगा

$Q = (10\ \text{kg}) \times (4186\ \text{J/kg°C}) \times (10°\text{C})$
$= 4.186 \times 10^5 \text{J}$ (लगभग)

इसलिए किसी पदार्थ का ताप बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा उसके द्रव्यमान, उसकी विशिष्ट ऊष्माधारिता तथा उसके ताप में हुई वृद्धि पर निर्भर करती है।

आवश्यक ऊष्मा की मात्रा =
द्रव्यमान × विशिष्ट ऊष्माधारिता × ताप में वृद्धि

यदि पदार्थ ठंडा होता है तब

ऊष्मा की हानि (दी गई ऊष्मा) =
द्रव्यमान × विशिष्ट ऊष्माधारिता × ताप में हुई कमी

व्यापक रूप में हम कह सकते हैं कि

ऊष्मा में लाभ अथवा ऊष्मा की हानि (ली गई ऊष्मा अथवा दी गई ऊष्मा) =
द्रव्यमान × विशिष्ट ऊष्माधारिता × ताप में परिवर्तन

**इनके उत्तर दीजिए**

1. ऊष्माधारिता तथा विशिष्ट ऊष्माधारिता में अंतर बताइए।
2. ऐलुमिनियम तथा ताँबे के समान द्रव्यमान दिए गए हैं। यदि दोनों में समान ताप-वृद्धि की जाए तो किसको अधिक ऊष्मा की आवश्यकता होगी?

## 10.4 पारद तापमापी (पारा थर्मामीटर)

आप ताप तथा उसको मापने के विषय में अध्ययन कर चुके हैं। ताप मापने के लिए तापमापी का प्रयोग किया जाता है। तापमापी में अधिकतर पारे (पारद) का उपयोग किया जाता है। पारे के हिमांक (−39°C) तथा क्वथनांक (357°C) के बीच अत्यधिक ताप परिसर है। इसके अतिरिक्त, निम्नलिखित गुणों के कारण पारा तापमापी में उपयोग के लिए अधिक उपयुक्त है :

(i) यह चमकीला तथा रुपहला श्वेत होता है जिसे काँच के बाहर से आसानी से देखा जा सकता है।

(ii) यह काँच की दीवारों से चिपकता नहीं है।

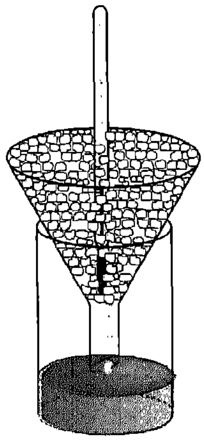
(iii) अत्यधिक ताप परिसर के लिए इसका प्रसार लगभग एकसमान होता है।

पारद तापमापी में एक काँच के बल्ब में पारा भरा होता है। इस बल्ब के साथ एक लंबी, बारीक तथा एक समान व्यास की काँच की नली जुड़ी होती है। इस नली की वायु को निकाल कर इसके दूसरे सिरे को सील कर देते हैं (चित्र 10.6)। तापमापी को °C में अंशांकित करने के लिए इसके

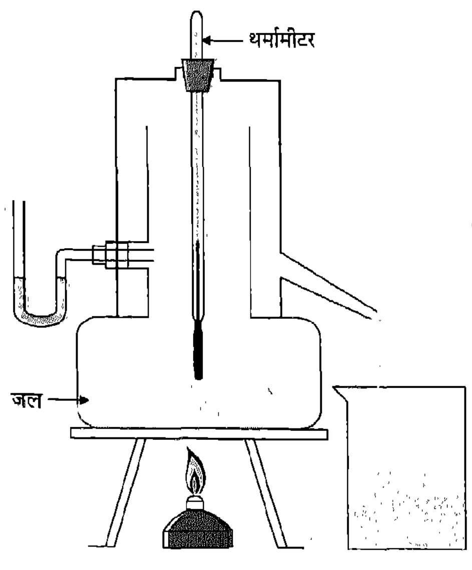



*चित्र 10.6 पारद तापमापी*

बल्ब को पहले पिघलती हुई शुद्ध बर्फ में रखते हैं। नली में पारे के परिणामी तल पर 0°C अंकित कर देते हैं [चित्र 10.7(a)]। अब बल्ब को उबलते जल की भाप में रखते हैं। पारे के परिणामी तल पर 100°C अंकित कर देते हैं [चित्र 10.7(b)]। इन दो अंशांकनों के बीच की दूरी को 50 अथवा 100 भागों में बांट दिया जाता है। प्रत्येक भाग 2°C अथवा 1°C को मापता है।



*चित्र 10.7 (a) पारद तापमापी पर 0°C अंकित करना*




*चित्र 10.7 (b) पारद तापमापी पर 100°C अंकित करना*

## 10.5 ऊष्मा का स्थानांतरण

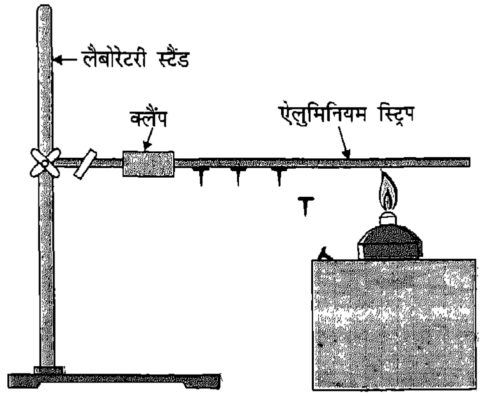
आपने अवश्य देखा होगा कि जब किसी प्याले में गर्म चाय डालते हैं तो प्याला गर्म हो जाता है। इसी प्रकार यदि हम किसी गर्म दूध या चाय के प्याले में चम्मच डुबोएँ तो वह भी गर्म हो जाती है। जब आप धूप में खड़े होते हैं तो आप उसकी ऊष्णता का अनुभव करते हैं। वह सब इसलिए होता है क्योंकि ऊष्मा का किसी गर्म वस्तु से ठंडी वस्तु की ओर स्थानांतरण होता है। आइए, देखें कि ऊष्मा का स्थानांतरण कैसे होता है।

### चालन

ठोसों में ऊष्मा का स्थानांतरण चालन विधि द्वारा होता है। आइए, एक क्रियाकलाप द्वारा समझें कि चालन के प्रक्रम द्वारा ऊष्मा का स्थानांतरण कैसे होता है।

### *क्रियाकलाप 7*

ऐलुमिनियम की किसी छड़ या चपटी पट्टी पर मोम की सहायता से लोहे की कुछ छोटी-छोटी कीलें लगाइए। चित्र 10.8 के अनुसार




*चित्र 10.8 ऊष्मा के चालन को प्रदर्शित करने के लिए एक प्रयोग*

पट्टी को स्टैंड पर कसिए। स्पिरिट लैंप की सहायता से पट्टी के स्वतंत्र सिरे को गर्म कीजिए। देखिए कि कीलों पर क्या प्रभाव पड़ता है?

आप देखेंगे कि गर्म किए गए सिरे पर लगी हुई कीलें सबसे पहले गिरती हैं। शिकंजे या स्टैंड के पास लगी हुई कीलें अंत में गिरती हैं। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि छड़ का वह भाग जो स्पिरिट लैंप की लौ के संपर्क में आता है, पहले गर्म होता है। इसके पश्चात् छड़ की लंबाई के अनुदिश ऊष्मा का स्थानांतरण हो जाता है। यह स्थानांतरण कैसे होता है?

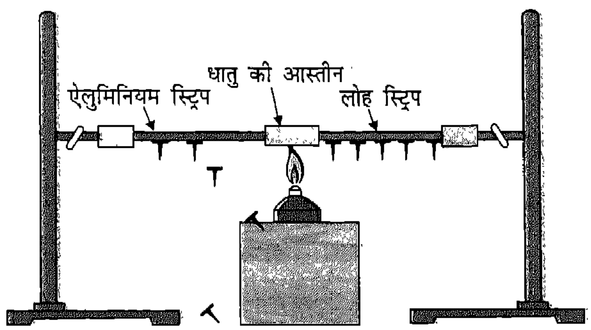
आप यह सीख चुके हैं कि ठोस पदार्थों में अणु बहुत पास-पास संकुलित रहते हैं। जब किसी ठोस के एक सिरे को गर्म किया जाता है तो उस भाग के अणु ऊर्जा ग्रहण करते हैं और तेजी से कंपित होने लगते हैं। ये अणु अपनी ऊर्जा को अपने पड़ोसी अणुओं को स्थानांतरित कर देते हैं और पड़ोसी अणु भी तेजी से कंपित होने लगते हैं। यह तब तक चलता रहता है जब तक कि यह कंपन सारे अणुओं तक प्रेषित नहीं हो जाते। इस प्रक्रम के फलस्वरूप पूरी वस्तु गर्म हो जाती है। इस प्रकार, गर्म भाग से ऊष्मा ठंडे भाग में स्थानांतरित होती है। किसी पिंड के भिन्न-भिन्न भागों में या संपर्क में रखे हुए एक पिंड में ऊर्जा के इस प्रकार स्थानांतरित होने को **चालन** कहते हैं। जैसे ही दोनों पिंडों या एक पिंड के दो भागों का ताप एक जैसा हो जाता है, ऊष्मा का चालन बंद हो जाता है। इस प्रक्रिया को हम तापमापी से ताप नापते समय होता हुआ देखते हैं। जैसे ही तापमापी के बल्ब को गर्म पिंड के संपर्क में लाया जाता है, तो ऊष्मा बल्ब के पारे तक स्थानांतरित हो जाती है और उसका स्तर बढ़ने लगता है। जब तापमापी और पिंड का ताप एकसमान हो जाता है तो ऊष्मा का और अधिक स्थानांतरण नहीं होता और पारे का स्तर ऊपर जाना बंद हो जाता है।

ऊष्मा चालन के लिए दो महत्वपूर्ण शर्तें हैं। ये शर्तें हैं; (i) दोनों पिंड एक-दूसरे के संपर्क में हों, और (ii) उनके ताप भिन्न हों।

विभिन्न पदार्थों में ऊष्मा चालन की योग्यता अलग-अलग होती है। आइए, एक क्रियाकलाप द्वारा ऊष्मा चालन के इस पहलू को समझें।

### *क्रियाकलाप 8*

विभिन्न धातुओं की दो छड़ें अथवा पट्टियाँ लीजिए जो एक ही लंबाई और एक ही मोटाई की हों। इन पट्टियों में एक लोहे की हो और दूसरी ऐलुमिनियम की हो। इन पट्टियों को धातु की एक आस्तीन द्वारा जोड़ दीजिए। चित्र 10.9 के अनुसार क्रियाकलाप 7 को फिर से दोहराइए। ध्यान रहे, इस बार दोनों पट्टियों को एक ही बर्नर से एक साथ गर्म करना है। दोनों पट्टियों में से कौन-सी पट्टी से कीलें पहले गिरती हैं?




*चित्र 10.9 विभिन्न पदार्थों में ऊष्मा का चालन अलग-अलग होता है, दर्शाने के लिए प्रयोग*

आप देखेंगे कि ऐलुमिनियम की पट्टी पर लगी कीलें लोहे की पट्टी पर लगी कीलों की अपेक्षा

जल्दी गिरने लगती हैं। इसका अर्थ यह हुआ कि ऐलुमिनियम की पट्टी में लोहे की अपेक्षा चालन तेजी से हुआ। दूसरे शब्दों में, ऐलुमिनियम, लोहे की अपेक्षा ऊष्मा का अच्छा चालक है। अधिकतर धातुएँ ताप की **सुचालक** हैं।

कुछ पदार्थ ऊष्मा के अच्छे चालक हैं और कुछ ऊष्मा के अच्छे चालक नहीं हैं। धातुएँ ऊष्मा की अच्छी चालक हैं। चाँदी सर्वोत्तम चालक है, ताँबे का नंबर चाँदी के बाद आता है। अन्य धातुओं में चालकता के अनुसार क्रमशः ऐलुमिनियम तथा लोहा आते हैं। ऊन, लकड़ी, स्ट्रॉ, कागज, कॉर्क तथा थर्मोकोल ऊष्मा के अच्छे चालक नहीं हैं। ऊष्मा के खराब चालकों को **कुचालक** भी कहा जाता है। सामान्यतया, द्रव तथा गैसें दोनों ही ऊष्मा के कुचालक हैं। वायु ऊष्मा की बहुत खराब चालक है। ऊन, फ़र तथा परों की कुचालकता इनमें मुख्य रूप से विद्यमान वायु के कारण है। हम किसी एक सिरे पर जल रहे कागज या लकड़ी के टुकड़े को उसके दूसरे सिरे पर पकड़ सकते हैं। कागज या लकड़ी के जलते हुए सिरे का ताप बहुत अधिक होने पर भी इनमें ऊष्मा का चालन न होने के कारण ऊष्मा हाथ तक नहीं पहुँच पाती। परंतु यदि हम लोहे की छड़ के एक सिरे को हाथ में पकड़ लें और दूसरे सिरे को गर्म करें तो छड़ में ऊष्मा चालन होने के कारण कुछ समय पश्चात् हमारी अंगुलियाँ जल सकती हैं।

ऊष्मा के चालक तथा कुचालक दोनों ही हमारे दैनिक जीवन में उपयोगी हैं। उदाहरण के लिए, खाना पकाने के लिए हम धातु और मिश्रधातु (एलॉय) के बने बर्तन उपयोग में लाते हैं। ये ऊष्मा के अच्छे चालक हैं जिसके कारण आग से ऊष्मा बर्तन में रखी खाद्य सामग्री में बहुत जल्दी और अच्छी प्रकार संचरित हो जाती है। लेकिन अनेक बर्तनों के हत्थे लकड़ी या प्लास्टिक के बने होते हैं जो कि कुचालक हैं। इसलिए बर्तन के गर्म होने पर भी हम हत्थे को अपने खाली हाथ से पकड़ सकते हैं और बर्तन को आग से उतार सकते हैं।

सर्दियों में हम अक्सर ऊनी कपड़े या अन्य सामग्री उपयोग में लाते हैं जो ऊष्मा के कुचालक हैं। बुना हुआ स्वेटर आपके शरीर को गर्म रखता है क्योंकि इसके रेशों में वायु विद्यमान रहती है जो कि आपके शरीर की गर्मी को बाहर की ठंडी वायु तक जाने में रुकावट डालती है। हम प्रायः कुछ लोगों को कहते हुए सुनते हैं कि स्वेटर या इसी प्रकार के अन्य कपड़े हमारे शरीर की ऊष्मा को बाहर के वातावरण तक स्थानांतरित होने से रोकते हैं और इस प्रकार हमें गर्म रखते हैं। इसी प्रकार मकान बनाते समय हम ईंट तथा गारा-मिट्टी जैसे कुचालकों का उपयोग करते हैं। इससे गर्मियों के दिनों में घर के बाहर की ऊष्मा घर के अंदर नहीं आ पाती जबकि सर्दियों में गर्म कमरे अपनी ऊष्मा को जल्दी बाहर नहीं जाने देते।

**इन्हें उत्तर दीजिए**

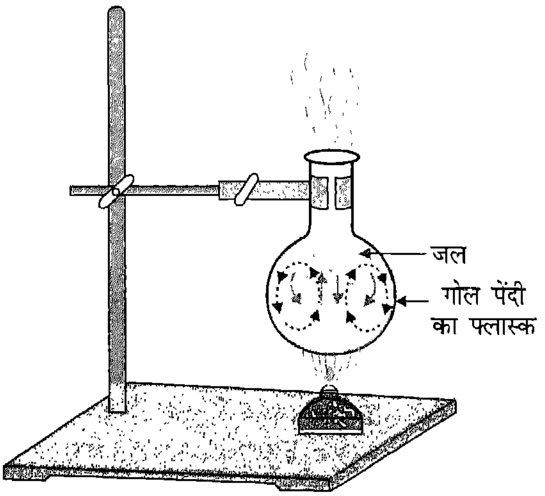
1. धातु की केतली के हत्थे पर बेंत का आवरण क्यों चढ़ाया जाता है?
2. इस्तरी का हत्था ऐबोनाइट या लकड़ी का बना क्यों होता है?
3. ठंडी रात में आपको कंबल कैसे गर्म रखता है जबकि यह ऊष्मा का स्रोत नहीं है?

## संवहन

द्रव तथा गैसें ऊष्मा का संचरण संवहन द्वारा करती हैं। इस प्रक्रम के बारे में अध्ययन करने के लिए आइए, निम्नलिखित क्रियाकलाप करें।

## क्रियाकलाप 9

गोल तली वाला एक फ्लास्क लीजिए और उसे जल से आधा भरिए (चित्र 10.10)। उसमें पोटैशियम परमेंगनेट के कुछ क्रिस्टल डालिए।

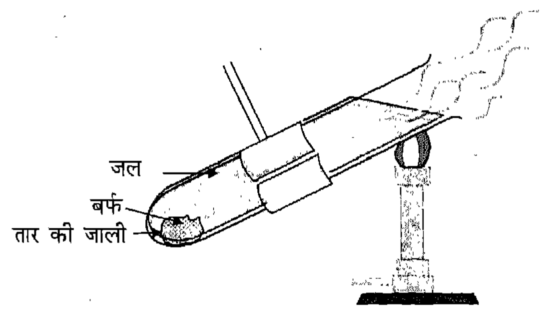



*चित्र 10.10 ऊष्मा के संवहन को दर्शाने के लिए प्रयोग*

अब फ्लास्क को धीरे-धीरे गर्म कीजिए और रंगीन विलयन में होने वाली गति को ध्यान से देखिए। जैसे ही आप फ्लास्क की तली को ऊष्मा देते हैं, रंगों की वर्ण रेखाएँ ऊपर जाना प्रारंभ करती हैं और फिर नीचे चली जाती हैं। इसका कारण यह है कि फ्लास्क की तली का द्रव पहले गर्म होता है। गर्म होने के कारण जल का प्रसार होता है जिसके फलस्वरूप गर्म जल का घनत्व ठंडे जल से कम हो जाता है। यह गर्म जल हल्का होने के कारण ठंडे जल से होता हुआ ऊपर उठता है। ठंडा जल भारी होने के कारण गुरूत्व बल के प्रभाव से गर्म जल का स्थान लेने नीचे आता है। इस प्रकार यह ठंडा जल भी गर्म होकर ऊपर उठ जाता है। यह प्रक्रिया लगातार तब तक चलती रहती है जब तक सारा जल गर्म नहीं हो जाता। इस प्रकार, जल के अणुओं की गति के कारण ऊष्मा पूरे जल में स्थानांतरित हो जाती है। गर्म तरल के गतिशील होकर अपने वातावरण में ऊष्मा के स्थानांतरण के इस प्रक्रम को **संवहन** कहते हैं। मान लीजिए फ्लास्क को ऊपर से गर्म किया जाए। ऐसी स्थिति में क्या संवहन द्वारा फ्लास्क के जल में ऊष्मा का स्थानांतरण होगा। आइए, इसे देखने के लिए एक क्रियाकलाप करें।

## क्रियाकलाप 10

एक परखनली लीजिए। इसकी तली में तार की जाली में लपेटकर थोड़ा सा बर्फ अथवा मोम रखिए। अब इस परखनली को जल से भरिए। परखनली को झुकाकर पकड़िए और जल को चित्र 10.11 में दर्शाए अनुसार ऊपर से गर्म कीजिए। इस प्रकार परखनली के ऊपरी भाग




*चित्र 10.11 यह दर्शाने के लिए प्रयोग कि द्रव को गर्म करने के लिए संवहन आवश्यक है*

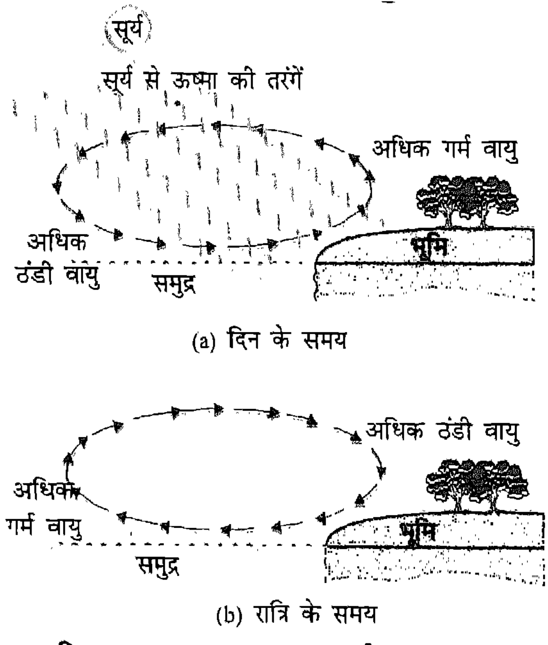
का जल गर्म हो जाता है। क्या तली में रखा हुआ बर्फ अथवा मोम पिघलता है?

आप देखेंगे कि बर्फ अथवा मोम पिघलता नहीं है। यद्यपि ऊपर के भाग का जल गर्म हो जाता है और उबलने भी लगता है लेकिन गर्म जल के अणु

नीचे नहीं आते। इस प्रकार संवहन प्रक्रिया नहीं हो पाती और ऊष्मा बर्फ अथवा मोम तक स्थानांतरित नहीं होती।

लेकिन, चालन प्रक्रिया द्वारा ऊष्मा बर्फ तक स्थानांतरित क्यों नहीं हुई? यद्यपि जल तथा बर्फ दोनों एक–दूसरे के संपर्क में हैं फिर भी चालन द्वारा ऊष्मा बर्फ तक नहीं पहुँचती क्योंकि जल ऊष्मा का कुचालक है।

वायुमंडल में संवहन धाराएँ बनती हैं जो कि मौसम को प्रभावित करती हैं। पृथ्वी की सतह के कुछ भाग दूसरे भागों की अपेक्षा सूर्य की ऊष्मा को अधिक आसानी से अवशोषित कर लेते हैं। इसके फलस्वरूप वायु असमान रूप से गर्म होती है और संवहन धाराएँ बन जाती हैं। समुद्री तटों के पास यह अधिक स्पष्ट दिखाई देता है (चित्र 10.12)। दिन के समय तट की ज़मीन, जल की अपेक्षा जल्दी




*चित्र 10.12 स्थल समुद्र समीर का बनना*

गर्म होती है क्योंकि ज़मीन की विशिष्ट ऊष्माधारिता बहुत कम है। गर्म वायु हल्की होती है और ऊपर उठती है। इसका स्थान लेने के लिए समुद्र के जल के ऊपर से ठंडी तथा अधिक घनत्व की वायु समुद्र से ज़मीन की ओर बहती है। इसके परिणामस्वरूप समुद्र समीर बहती है। रात्रि में यह प्रक्रम विपरीत हो जाता है। ज़मीन जल की अपेक्षा अधिक तेजी से ठंडी होती है। समुद्र से गर्म वायु ऊपर उठती है और तट की ठंडी वायु उसका स्थान ले लेती है।

**इन्हें उत्तर दीजिए**

1. ऊष्मा स्थानांतरण का प्रक्रम, जो द्रव अथवा गैस की गति के कारण होता है, ——— कहलाता है।
2. आप अपनी हथेली को मोमबत्ती की लौ के बराबर में बिना किसी नुकसान के रख सकते हैं लेकिन लौ के ऊपर नहीं रख सकते। व्याख्या कीजिए।
3. आपको आधे–आधे भरे दो बर्तन दिए गए हैं – एक में गर्म जल है और दूसरे में ठंडा जल। शीघ्रता से जल को एकसमान ताप पर प्राप्त करने के लिए आप निम्नलिखित में से किस प्रक्रम को चुनेंगे?
   (i) ठंडे जल के बर्तन में गर्म जल उलटेंगे।
   (ii) गर्म जल के बर्तन में ठंडा जल उलटेंगे।

## विकिरण

चालन या संवहन विधि द्वारा ऊष्मा के प्रवाह के लिए माध्यम का होना आवश्यक है। क्या ऊष्मा रिक्त स्थान में अर्थात् पदार्थ की अनुपस्थिति (निर्वात्) में भी प्रवाहित हो सकती है? वास्तव में ऐसा हो सकता है। जब आप धूप में खड़े होते हैं तो आप गर्माहट अनुभव करते हैं। सूर्य से ऊष्मा हमारे पास तक पहुँच जाती है। ऊष्मा हम तक कैसे पहुँचती है? वायु ऊष्मा की कुचालक है इसलिए ऊष्मा चालन द्वारा स्थानांतरित नहीं होती। इसके अतिरिक्त, ऊष्मा संवहन द्वारा भी नहीं पहुँचती

क्योंकि संवहन (वायु का) पृथ्वी के गर्म होने के पश्चात् ही प्रारंभ होता है। हमारे वायुमंडल तथा सूर्य के बीच का स्थान रिक्त है और इसलिए इस स्थान में चालन या संवहन में से किसी भी प्रक्रम का होना संभव नहीं है। वास्तव में ऊष्मा एक अन्य प्रक्रम के द्वारा स्थानांतरित होती है जिसे **विकिरण** कहते हैं। इस प्रकार की विकिरित हुई ऊर्जा को **विकिरण ऊर्जा** कहते हैं। विकिरण ऊर्जा की प्रकृति के बारे में अधिक जानकारी आप अपनी उच्च कक्षाओं में प्राप्त करेंगे। विकिरण द्वारा ऊष्मा के स्थानांतरण में किसी माध्यम; जैसे वायु, जल या अन्य पदार्थ की आवश्यकता नहीं होती। सभी गर्म पिंड चाहे वे ठोस, द्रव या गैस किसी भी अवस्था में हों, विकिरण ऊर्जा उत्सर्जित करते हैं। जब यह विकिरण ऊर्जा दूसरे पिंडों पर गिरती है तो इसका कुछ भाग परावर्तित और कुछ भाग अवशोषित हो जाता है। अवशोषित भाग पिंड की ऊर्जा में वृद्धि करता है। कोई वस्तु ऊष्मा की कितनी मात्रा अवशोषित कर सकती है, यह उस वस्तु के रंग पर निर्भर करता है। इसे समझने के लिए आइए एक क्रियाकलाप करें।

***क्रियाकलाप 11***

एक ही आकार के दो डिब्बे लीजिए। इनमें से एक को काले रंग से और दूसरे को सफेद रंग से रंगिए। दोनों डिब्बों में बराबर-बराबर मात्रा में कमरे के ताप वाला जल भरिए और उन्हें दोपहर के समय एक घंटे के लिए धूप में रख दीजिए। दोनों डिब्बों में भरे हुए जल के ताप को मापिए। कौन-सा जल अधिक गर्म है?

आप देखेंगे कि काले डिब्बे का जल अधिक गर्म है। अतः गहरे रंग के पिंड दूसरे पिंडों की अपेक्षा विकिरण ऊर्जा को अधिक अवशोषित करते हैं।

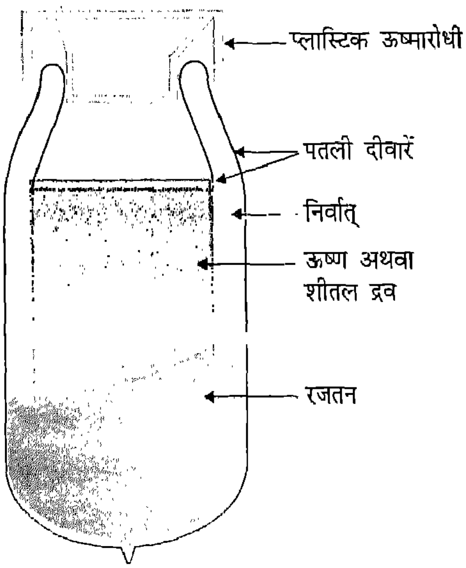
गहरे रंग का पिंड दूसरे पिंड की अपेक्षा विकिरण ऊर्जा को अधिक उत्सर्जित भी करता है। इसे आप आसानी से सत्यापित कर सकते हैं। क्रियाकलाप 11 में उपयोग किए गए दोनों डिब्बों में समान मात्रा में समान ताप (लगभग 80°C) वाला गर्म जल डालिए। दोनों डिब्बों को किसी कमरे में या छाया में रख दीजिए। कुछ समय पश्चात् (लगभग 10 मिनट) प्रत्येक डिब्बे के जल का ताप ज्ञात कीजिए। आप देखेंगे कि काले डिब्बे का जल अधिक ठंडा हो गया है।

इस प्रकार हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि गहरे रंग वाले पिंड, हल्के रंग के पिंडों की अपेक्षा विकिरण ऊर्जा को अधिक अच्छी प्रकार से अवशोषित तथा उत्सर्जित करते हैं। इस तथ्य के हमारे दैनिक जीवन में अनेक उपयोग हैं। गर्मियों में काले कपड़ों की अपेक्षा सफेद कपड़े पहनना अधिक आरामदायक है। कॉफी या चाय काले बर्तनों की अपेक्षा चमकदार बर्तनों में अधिक देर तक गर्म रहती है। हल्के रंग की इमारतें गर्मियों में अधिक ठंडी रहती हैं क्योंकि ये सूर्य से आने वाले अधिकांश ऊष्णीय विकिरणों को परावर्तित कर देती हैं। इसी के साथ-साथ वे खराब उत्सर्जक भी हैं और इसीलिए जाड़ों में गर्म रहती हैं।

## 10.6 थर्मस फ्लास्क

थर्मस फ्लास्क का उपयोग हम ठंडे या गर्म द्रवों को कई घंटे तक संचित करने के लिए करते हैं। यह इस प्रकार डिज़ाइन किया जाता है कि चालन, संवहन तथा विकिरण द्वारा ऊष्मा के स्थानांतरण

को कम से कम किया जा सके। चित्र 10.13 में एक थर्मस फ्लास्क दर्शाया गया है। यह काँच की




*चित्र 10.13 थर्मस फ्लास्क*

दो परतों से बना होता है। दोनों दीवारों के बीच की वायु को निकाल दिया जाता है और फ्लास्क को सील कर दिया जाता है। दीवारों के बीच के स्थान से वायु का यह निर्वातन इसे यथासंभव लगभग पूर्ण निर्वात् बना देता है। काँच की दोनों दीवारों की आंतरिक सतहों को, जो एक-दूसरे को मुखन करती हैं, रजतित कर दिया जाता है। डाट को कॉर्क, प्लास्टिक या किसी अच्छे ऊष्मारोधी पदार्थ से बनाते हैं।

आइए, देखें कि थर्मस फ्लास्क में ऊष्मा के स्थानांतरण को किस प्रकार न्यूनतमीकृत किया जाता है।

1. काँच की दोनों दीवारों के बीच वायु के निर्वातन के कारण चालन तथा संवहन से ऊष्मा का स्थानांतरण न्यूनतम हो जाता है।
2. काँच की दीवारों की रजतित सतह अधिकांश विकिरण ऊष्मा को परावर्तित करके विकिरण द्वारा ऊष्मा के स्थानांतरण को न्यूनतम कर देती है।
3. फ्लास्क की गर्दन से भी बहुत कम ऊष्मा बाहर निकल पाती है क्योंकि काँच एक कुचालक है और इसकी डाट, कॉर्क, प्लास्टिक या किसी अन्य ऊष्मारोधी पदार्थ की बनी होती है।

**इनके उत्तर दीजिए**

1. गर्मियों में लोग सफेद कपड़े पहनना क्यों पसंद करते हैं?
2. जब आप अपने हाथों को किसी लौ के एक ओर रखते हैं तो आपके हाथ गर्म हो जाते हैं। आग से आपके हाथों तक ऊष्मा किस विधि द्वारा स्थानांतरित होती है?
3. एक काले बर्तन में भरे गर्म जल या एक रजतित बर्तन में भरे गर्म जल में से सामान्यत: कौन तेजी से ठंडा होगा? समझा कर लिखिए?

**प्रमुख शब्द**

क्वथनांक, कैलोरी, अवस्था परिवर्तन, चालन, संवहन, ताप के प्रभाव, प्रसार, ताप, ऊष्मारोधी, गलनांक (द्रवनांक), पारद थर्मामीटर, विकिरण ऊर्जा, विकिरण, विशिष्ट ऊष्मा धारिता, तापमान।

# सारांश

ऊष्मा गर्म पिंड से ठंडे पिंड की ओर स्थानांतरित होती है।

पदार्थ गर्म करने पर प्रसारित होते हैं तथा ठंडा करने पर सिकुड़ते हैं।

ठोसों में सबसे कम तथा गैसों में सबसे अधिक प्रसार होता है।

एक कैलोरी ऊष्मा की वह मात्रा है जिसके द्वारा 1 ग्राम जल के ताप में 1°C की वृद्धि होती है। एक कैलोरी 4.186 जूल के बराबर होती है।

किसी पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा उस पदार्थ के एक किलोग्राम द्रव्यमान का ताप 1°C बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा होती है।

गर्म करने पर पदार्थ ठोस से द्रव अवस्था या द्रव से गैस अवस्था में परिवर्तित हो जाते हैं।

अधिकांश पदार्थों में अवस्था में परिवर्तन एक निश्चित ताप पर होता है।

गलनांक वह ताप होता है जिस पर कोई पदार्थ अपनी ठोस अवस्था से द्रव अवस्था में परिवर्तित होता है।

क्वथनांक वह ताप होता है जिस पर कोई पदार्थ अपनी द्रव अवस्था से गैसीय अवस्था में परिवर्तित होता है।

ऊष्मा गर्म पिंड से ठंडे पिंड में तीन विधियों द्वारा स्थानांतरित होती है—चालन, संवहन तथा विकिरण।

जब दो पिंडों का ताप एकसमान हो जाता है तो उनमें ऊष्मा का स्थानांतरण रुक जाता है।

एक ठोस जब दूसरे ठोस के संपर्क में होता है तो इससे ऊष्मा का स्थानांतरण चालन द्वारा होता है।

चाँदी, ताँबा, ऐलुमिनियम तथा लोहा जैसी धातुएँ ऊष्मा के अच्छे चालक हैं।

ऊन, लकड़ी, स्ट्रॉ, कागज, कॉर्क तथा थर्मोकोल ऊष्मा के कुचालक हैं।

वायु ऊष्मा की कुचालक है।

द्रवों तथा गैसों में ऊष्मा का स्थानांतरण संवहन द्वारा होता है।

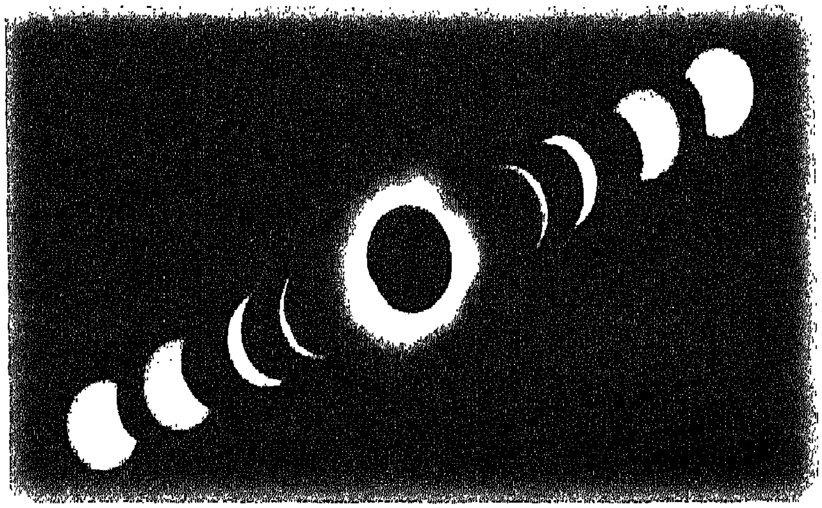
किसी गर्म वस्तु से ठंडी वस्तु की ओर, बिना किसी माध्यम के, ऊष्मा के स्थानांतरण को विकिरण कहते हैं।

गहरे रंग की वस्तुएँ चमकीली वस्तुओं की अपेक्षा ऊष्मीय विकिरणों की अच्छी अवशोषक तथा उत्सर्जक होती हैं।

थर्मस फ्लास्क को इस प्रकार डिज़ाइन किया जाता है कि चालन, संवहन तथा विकिरण द्वारा ऊष्मा के स्थानांतरण को न्यूनतम किया जा सके।

## अभ्यास

1. ऊष्मा प्रवाह की दिशा को कौन निर्धारित करता है?
2. ऊष्मा की मात्रा को प्रदर्शित करने के लिए किस मात्रक का उपयोग किया जाता है?
3. किसी पदार्थ की ऊष्माधारिता तथा विशिष्ट ऊष्माधारिता में अंतर स्पष्ट कीजिए।
4. दस कैलोरी ऊष्मा से 2 ग्राम जल के ताप में वृद्धि होगी
   (a) 2°C; (b) 5°C; (c) 8°C; (d) 10°C
5. निम्नलिखित में से कौन-सा सबसे अच्छा ऊष्मारोधी है?
   (a) वायु; (b) चाँदी; (c) लोहा; (d) जल
6. एक द्विधातुक पत्ती दो विभिन्न धातुओं पीतल तथा लोहे को एक साथ वेल्डित करके बनाई गई है। जब इसे गर्म किया जाता है तो यह पत्ती मुड़ जाती है। व्याख्या कीजिए।
7. अपने माथे को छूकर आप यह निश्चित क्यों नहीं कर पाते हैं कि आप उच्च ज्वर से पीड़ित हैं।
8. समान मात्रा के दो पदार्थों को समान मात्रा में ऊष्मा देने पर ताप में वृद्धि सदैव समान क्यों नहीं होती?
9. मरुस्थल में रेत दिन में बहुत गर्म और रात्रि में बहुत ठंडी हो जाती है। ऐसा क्यों होता है?
10. यदि आप 10 kg जल के ताप में 30°C की वृद्धि करना चाहें तो कितनी ऊष्मा की आवश्यकता होगी?
11. "एक टाइल या पत्थर का टुकड़ा किसी लकड़ी के टुकड़े की अपेक्षा अधिक ठंडा महसूस होता है"। कारण बताइए।
12. सभी पिंड अपने वातावरण से ऊर्जा अवशोषित करते हैं, फिर भी सभी पिंडों का ताप लगातार क्यों नहीं बढ़ता?
13. किसी 30 ग्राम पदार्थ को 50 कैलोरी ऊष्मा प्रदान की जाती है तो इसके ताप में 15°C से 40°C की वृद्धि हो जाती है। (a) पदार्थ की विशिष्ट ऊष्माधारिता कितनी है? (b) इस पदार्थ की ऊष्माधारिता कितनी है?
14. 400 द्रव्यमान वाले तथा 20°C कमरे के ताप पर रखे किसी काँच के बर्तन को 80°C ताप पर संधारित जल की नाद में डुबोया जाता है। यदि बर्तन का ताप, टब के ताप के बराबर हो जाए तो बर्तन ने कितनी ऊष्मा अवशोषित की?



# अध्याय 11

# प्रकाश

आप पढ़ चुके हैं कि प्रकाश हमारे पर्यावरण का एक महत्वपूर्ण तथा उपयोगी घटक है। प्रकाश के कारण ही हम अपने चारों ओर सुंदर तथा रंगबिरंगे संसार को देख पाते हैं। हम पुस्तकों तथा पत्रिकाओं में चित्रों को देखते हैं। सिनेमाघरों तथा दूरदर्शन (TV) पर चलचित्रों को देखते हैं। आपने धूप में अपनी छाया देखी होगी। आपने चंद्रग्रहण तथा सूर्यग्रहण भी देखे होंगे या उनके विषय में सुना होगा। आप दर्पण में प्रतिदिन अपना प्रतिबिंब देखते हैं। यह सभी प्रेक्षण प्रकाश से संबंधित हैं। इस अध्याय में हम प्रकाश के स्रोतों, छायाओं के बनने, ग्रहणों के पड़ने तथा दर्पणों में प्रतिबिंबों के बनने के विषय में अध्ययन करेंगे।

हम जानते हैं कि दिन के समय सूर्य, प्रकाश का मुख्य स्रोत है। क्या प्रकाश के कोई अन्य स्रोत भी हैं? प्रकाश के स्रोत से क्या अभिप्राय है? आइए, पता लगाएँ।

## 11.1 प्रकाश के स्रोत

प्रकाश वस्तुओं को दृश्य बनाता है। दिन के समय, हम वस्तुओं को सूर्य के प्रकाश के कारण ही देख पाते हैं। रात्रि में, हम विद्युत् प्रकाश, टॉर्च या

मोमबत्ती का उपयोग करते हैं। सूर्य, विद्युत् प्रकाश, टॉर्च और जलती हुई मोमबत्ती या लालटेन प्रकाश स्रोतों के कुछ उदाहरण हैं। किसी प्रकाश स्रोत से प्रकाश सभी दिशाओं में फैलता है। जब किसी स्रोत से प्रकाश किसी वस्तु पर पड़ता है तो उसके द्वारा यह चारों ओर फैल जाता है। जब यह प्रकाश हमारी आँखों में प्रवेश करता है, तो हम उस वस्तु को देख पाते हैं। हम किसी प्रकाश स्रोत या किसी वस्तु को तभी देख पाते हैं जब इससे आने वाला प्रकाश हमारी आँखों तक पहुँचता है। इस प्रकार हम कल्पना कर सकते हैं कि प्रत्येक वस्तु जिसे हम देखते हैं, प्रकाश का स्रोत है। लेकिन ऐसा नहीं है। जलती हुई मोमबत्ती या जलती हुई माचिस जैसी वस्तुओं से आने वाला (उत्सर्जित) प्रकाश, इनका अपना है। इनके द्वारा उत्सर्जित प्रकाश के कारण हम दूसरी वस्तुओं को देख पाते हैं। प्रकाश उत्सर्जित करने वाली वस्तु **प्रकाश स्रोत** कहलाती है। प्रकाश के सभी स्रोत, चाहे वह सूर्य की भाँति दीप्तमान (चमकीले) हों या तेल के लैंप की भाँति धुंधले हों, दो संवर्गों में वर्गीकृत किए जा सकते हैं। ये संवर्ग हैं, **प्राकृतिक** तथा **मानव-निर्मित**। सूर्य तथा तारे प्रकाश के प्राकृतिक स्रोत के उदाहरण हैं। जुगनू और कुछ मछलियाँ भी प्रकाश उत्सर्जित करते हैं, जिन्हें प्राकृतिक स्रोत कहा जा सकता है। बिजली का बल्ब, टॉर्च तथा मोमबत्ती मानव-निर्मित प्रकाश स्रोतों के कुछ सामान्य उदाहरण हैं जिनका हम उपयोग करते हैं।

दिन के समय हम अनेक ऐसी वस्तुएँ देख सकते हैं जिन पर सूर्य का प्रकाश सीधा नहीं पड़ता। जब किसी वस्तु पर सूर्य का प्रकाश पड़ता है, तो वह चमकती हुई दिखाई देती है। इस प्रक्रम में वस्तु प्रकाश को सभी दिशाओं में फैला देती है। इस घटना को प्रकाश का **प्रकीर्णन** कहते हैं। वस्तु के चारों ओर विद्यमान वायु इस प्रकीर्णित प्रकाश को अपने में से गुजरने देती है। वायु भी प्रकाश के कुछ भाग का प्रकीर्णन करती है। यही प्रकीर्णित प्रकाश हमें उन वस्तुओं को देखने में सहायता करता है, जिन पर सूर्य का प्रकाश सीधा न पड़ रहा हो। जब हम किसी अंधेरे कमरे में टॉर्च जलाते हैं, तो हम केवल उन्हीं वस्तुओं को नहीं देखते जो टॉर्च के प्रकाश से सीधे प्रकाशित होते हैं। हम आस-पास की दूसरी वस्तुओं को भी देख पाते हैं। यह भी प्रकाश के प्रकीर्णन के कारण ही संभव हो पाता है।

आप जानते हैं कि चंद्रमा तथा सभी ग्रह, सूर्य के प्रकाश के कारण ही हमें दिखाई देते हैं। पूर्णिमा की रात्रि में हम अपने आस-पास की वस्तुओं को देख पाते हैं। लेकिन हमें सदैव याद रखना चाहिए कि चंद्रमा स्वयं प्रकाश उत्सर्जित नहीं करता। चंद्रमा की चांदनी वास्तव में सूर्य का प्रकाश है। इस प्रकार चंद्रमा तथा ग्रह प्रकाश के स्रोत नहीं हैं।

**इन्हें उत्तर दीजिए**

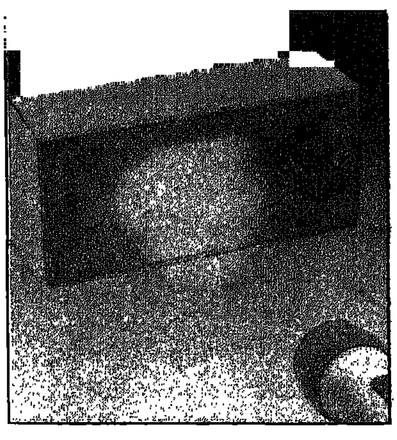
1. प्रकाश के किन्हीं चार मानव-निर्मित स्रोतों के नाम लिखिए।
2. यदि किसी कमरे में सूर्य का प्रकाश प्रवेश न कर रहा हो तो भी हमें उसमें रखी वस्तुएँ क्यों दिखाई देने लगती हैं?
3. क्या किसी गैस के स्टोव की ज्वाला प्रकाश उत्सर्जित करती है?
4. किसी ऐसी सजीव वस्तु का उदाहरण दीजिए जो प्रकाश उत्सर्जित करती है।

## 11.2 प्रकाश सीधी रेखा में चलता है

अनेक दार्शनिक तथा वैज्ञानिक प्रकाश की प्रकृति के बारे में विचार करते रहे हैं। प्रकाश क्या है और यह किस प्रकार गमन करता है, इसे समझने के लिए उन्होंने अपने अनुभवों का विश्लेषण किया। प्रकाश संबंधी अनेक प्रेक्षणों के आधार पर वैज्ञानिकों ने यह अनुभव किया कि प्रकाश सदैव किसी सरल

रेखा के अनुरूप गमन करता है अर्थात् प्रकाश सीधी रेखा में चलता है।

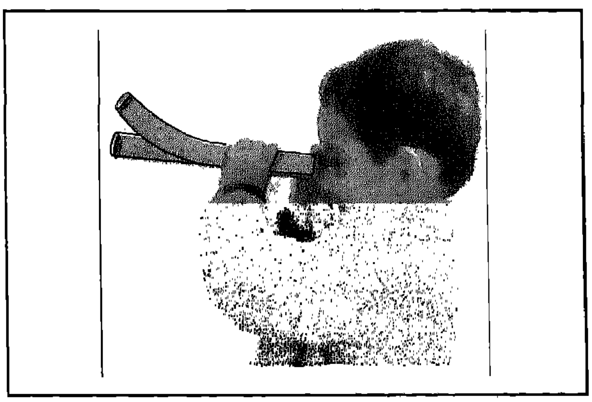
आपने किसी टॉर्च के किरण पुँज द्वारा दीवार पर प्रकाश का एक धब्बा बनते हुए देखा होगा (चित्र 11.1)। ऐसा प्रतीत होता है कि टॉर्च ने दीवार की ओर कोई वस्तु फेंकी हो जो दीवार पर गिरने से पहले सीधी रेखा में चलती है। कभी-कभी दिन के समय कमरे के फर्श या दीवार पर सूर्य के प्रकाश का एक धब्बा देखा जा सकता है। यदि आप इसकी सावधानीपूर्वक जाँच करें तो आप पाएँगे कि यह कमरे के किसी दरवाजे अथवा खिड़की में किसी छिद्र के द्वारा प्रवेश करने वाले प्रकाश किरण पुँज के कारण है। संभवत: आपने किसी विमानपत्तन (एयरपोर्ट) या लाइट हाउस की सर्च लाइट के किरण पुँज को देखा होगा। रात्रि के समय इस प्रकार के प्रकाश किरण पुँज का उपयोग जंगलों में जानवरों के स्थान का निर्धारण करने या जहाजों तथा हवाई जहाजों को संकेत देने के लिए किया जाता है।



*चित्र 11.1 टॉर्च के किरण पुँज द्वारा प्रकाश का धब्बा बनता हैं*

इसी प्रकार सिनेमा घर में प्रक्षेपण कक्ष से पर्दे तक प्रकाश किरण पुँज को देखा जा सकता है। आजकल छोटी लेजर टॉर्च संकेतक के रूप में उपयोग की जाती है। ये अत्यंत तीक्ष्ण प्रकाश किरण पुँज उत्पन्न करती है। लेजर किरण पुँजों का उपयोग मनोरंजन के लिए आयोजित कार्यक्रम में लुभावने दृश्य उत्पन्न करने के लिए भी किया जाता है। संभवत: आपने टेलीविजन में ऐसे कार्यक्रम देखे होंगे। इन सभी अनुभवों के आधार पर हम कह सकते हैं कि प्रकाश सीधी रेखा में चलता है। प्रकाश का यह गुण प्रकाश का ऋजु रेखीय-संचरण कहलाता है।

हमारे दैनिक जीवन के अनेक अनुभवों की व्याख्या प्रकाश के ऋजु रेखीय संचरण के आधार पर की जा सकती है। रबड़ की नली के एक टुकड़े के द्वारा प्रकाश के किसी ऐसे छोटे स्रोत को देखिए जो बहुत दूर स्थित हो। प्रकाश स्रोत सड़क पर लगे खंभे अथवा दूरदर्शन की टावर की चोटी पर जलता हुआ कोई बल्ब, या रात्रि के समय चंद्रमा हो सकता है। अब नली को बीच में से मोड़िए (चित्र 11.2)। फिर से उसी प्रकाशित वस्तु को देखने का प्रयास कीजिए। आप देखेंगे कि अब आपको वह वस्तु दिखलाई नहीं देती। इसका कारण है कि प्रकाश सीधी रेखा में चलता है।



*चित्र 11.2 प्रकाश का ऋजु रेखीय संचरण*

इस तथ्य की जाँच आप एक क्रियाकलाप द्वारा भी कर सकते हैं।

## क्रियाकलाप 1

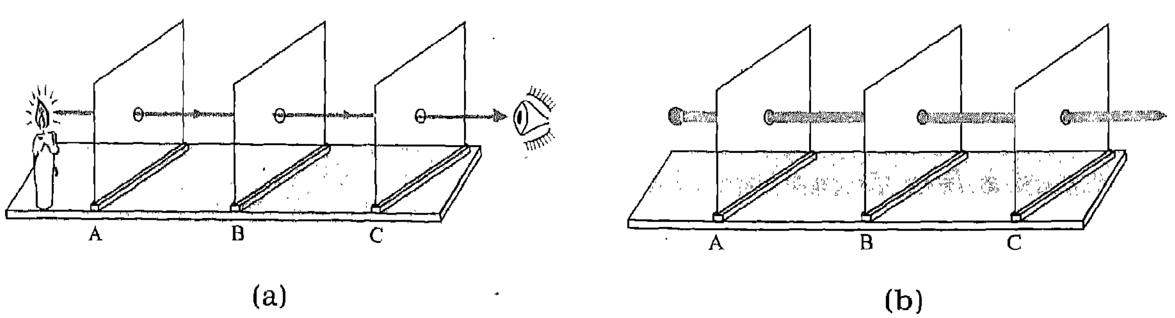
बराबर साइज के कार्डबोर्ड (गत्ते) के तीन टुकड़े लीजिए। प्रत्येक कार्डबोर्ड की लंबाई–चौड़ाई लगभग 10cm × 10cm होनी चाहिए। तीनों को एक साथ एक–दूसरे के ऊपर रखिए। किसी कील से उनके मध्य में छिद्र कीजिए। कार्डबोर्ड के इन टुकड़ों को चित्र 11.3 (a) की भाँति व्यवस्थित कीजिए। कार्डबोर्ड A के छिद्र के निकट एक जलती हुई मोमबत्ती रखिए। इस मोमबत्ती की लौ को तीसरे कार्डबोर्ड C के छिद्र से देखने का प्रयत्न कीजिए। क्या आप लौ को देख पाते हैं? यदि नहीं तो कार्डबोर्ड B तथा C को इस प्रकार व्यवस्थित कीजिए कि आप लौ को देख सकें।

अब कार्डबोर्ड C के छिद्र से कोई सीधा तार या बुनने की सलाई डालिए [चित्र 11.3(b)]। आप देखेंगे कि सलाई कार्डबोर्ड B तथा A के छिद्रों से होकर आर–पार चली जाती है। यह दर्शाता है कि तीनों छिद्र एक सीधी रेखा में हैं। इसी कारण कार्डबोर्ड A के पास रखी मोमबत्ती की लौ, कार्डबोर्ड C के छिद्र से दिखलाई देती है। यह दर्शाता है कि प्रकाश सीधी रेखा में चलता है। इसकी पुन: जाँच करने के लिए किसी एक कार्डबोर्ड को इधर–उधर खिसकाइए। इससे छिद्रों की स्थिति बदल जाएगी और वह एक सीधी रेखा में नहीं रहेंगे। आप देखेंगे कि अब कार्डबोर्ड के छिद्र से देखने पर मोमबत्ती की लौ दिखलाई नहीं देती।

अब हम प्रकाश के ऋजु रेखीय संचरण को दर्शाने के लिए एक मनोरंजक लेकिन साधारण युक्ति का अध्ययन करेंगे जो किसी दीप्त वस्तु का पर्दे पर फोटोग्राफ जैसा प्रतिबिंब बनाती है। इस युक्ति को **सूचीछिद्र** (पिनहोल) **कैमरा** कहते हैं। आप अपना सूचीछिद्र कैमरा कैसे बना सकते हैं, इसका वर्णन क्रियाकलाप 2 में किया गया है।

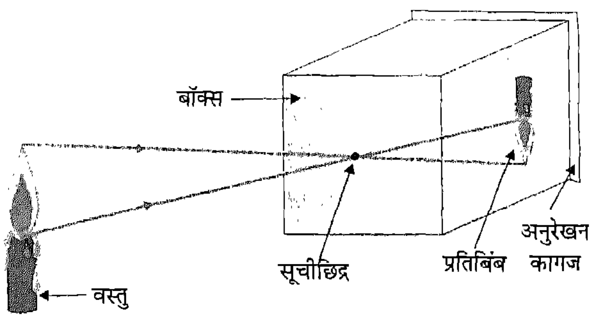
## क्रियाकलाप 2

अगरबत्ती या शटल कॉक के डिब्बे जैसा कोई बेलनाकार बॉक्स लीजिए। बक्से की पेंदी के मध्य में एक बारीक छिद्र कीजिए। ढक्कन को हटाइए तथा बक्से के खुले सिरे को अनुरेखन–कागज (ट्रेसिंग पेपर) या बटर पेपर से बंद कीजिए। अनुरेखन–कागज या बटर पेपर




*चित्र 11.3 (a) यदि तीनों कार्डबोर्ड के छिद्र एक सीधी रेखा में हों तो मोमबत्ती की लौ दिखलाई देने लगती है, (b) कार्डबोर्ड के छिद्रों के आर–पार जाती हुई सलाई*

किसी पर्दे की भाँति कार्य करेगा। आपका सूचीछिद्र कैमरा तैयार है। सूची छिद्र कैमरे से कुछ दूरी पर एक जलती हुई मोमबत्ती रखिए तथा पर्दे को ध्यानपूर्वक देखिए। आप क्या देखते हैं? आप पर्दे पर मोमबत्ती की लौ का फोटोग्राफ जैसा प्रतिबिंब देखेंगे। ध्यान दीजिए कि प्रतिबिंब उल्टा है (ऊपरी भाग नीचे) (चित्र 11.4)। आप देखेंगे कि प्रतिबिंब भी मोमबत्ती की लौ की भाँति ही टिमटिमाता है।

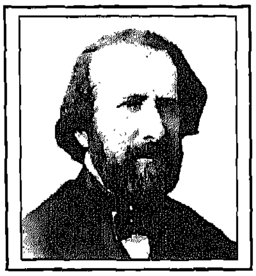



***चित्र 11.4*** *सूचीछिद्र कैमरे द्वारा बनाया गया उल्टा प्रतिबिंब*

सूचीछिद्र कैमरा बनाने के लिए आप किसी भी आकृति का बक्सा ले सकते हैं। आप काले रंग के किसी मोटे कागज को गोलाई में लपेट कर भी ऐसा बक्सा बना सकते हैं।

सूचीछिद्र कैमरे की सहायता से हम दूरस्थ वस्तुओं जैसे किसी वृक्ष या किसी भवन का प्रतिबिंब भी देख सकते हैं। इसके लिए यह सुनिश्चित करें कि सूचीछिद्र कैमरे के पर्दे पर प्रकाश न पड़ रहा हो। पर्दे को एक और बेलनाकार नली में लगा कर, ऐसा प्रबंध किया जा सकता है। यह दूसरी नली ऐसी होनी चाहिए कि वह सूचीछिद्र कैमरे की नली में भली-भाँति फिट हो जाए। दूसरी बेलनाकार नली को प्रेक्षक नली की भाँति उपयोग में लाया जाता है। इस नली में सामान्यतः आपको एक आँख से देखना चाहिए। इससे प्रतिबिंब को देखना अधिक सुविधाजनक हो जाता है। सूचीछिद्र कैमरे द्वारा उल्टा प्रतिबिंब बनने का कारण प्रकाश के ऋजु रेखीय संचरण के गुण के आधार पर समझा जा सकता है (चित्र 11.3)।

हमने पढ़ा है कि किसी स्रोत से प्रकाश चारों ओर सीधी रेखा में गमन करता है। आप यह जानने के



## आरमंड हिप्पोलाइट लुई फीजू

*आरमंड हिप्पोलाइट लुई फीजू का जन्म फ्रांस के पेरिस शहर में सन 1819 ई. में हुआ था। उन्होंने चिकित्सा के क्षेत्र में अध्ययन प्रारंभ किया, लेकिन इस पाठ्यक्रम के पूरा होने से पहले ही उनकी रुचि प्रकाश विज्ञान में हो गई। लिऑन फोको नामक एक अन्य वैज्ञानिक के साथ मिलकर उन्होंने उन्हीं दिनों विकसित फोटोग्राफी के प्रक्रम में सुधार करने का प्रयास किया। सन 1845 ई. में फीजू तथा फोको पहली बार सूर्य का स्पष्ट चित्र लेने में सफल हुए।*

*सन 1849 ई. में दाँतेदार पहिए युक्त स्वनिर्मित उपकरण का उपयोग करके फीजू ने वायु में प्रकाश की चाल का मान ज्ञात किया। अगले ही वर्ष फीजू तथा फोको ने मिलकर यह सिद्ध किया कि प्रकाश पानी की अपेक्षा वायु में अधिक तीव्र चाल से चलता है।*

*सन 1860 ई. में फीजू पेरिस एकेडेमी ऑफ साइन्सेस के सदस्य चुने गए। सन 1875 ई. में रायल सोसायटी, लंदन ने उन्हें रमफोर्ड मेडल प्रदान किया। फीजू की मृत्यु सन 1896 ई. में हुई।*

लिए उत्सुक होंगे कि प्रकाश कितनी तीव्र चाल से चलता है। प्रकाश की चाल बहुत अधिक है। यह लगभग 300000 km/s है, अर्थात्, तीन लाख किलोमीटर प्रति सेकंड (अथवा $3 \times 10^8$ m/s)। प्रकाश की चाल बहुत अधिक होने के कारण ही हम किसी बल्ब के स्विच को ऑन करने और इसके प्रकाश को दीवार तक पहुँचने में लगे समय के अंतर को नोट नहीं कर पाते। सूर्य से पृथ्वी तक पहुँचने में प्रकाश लगभग 8 मिनट का समय लेता है।

**उत्तर दीजिए**

1. मान लीजिए क्रियाकलाप 2 को आप तीन कार्डबोर्ड के स्थान पर चार कार्डबोर्ड A, B, C तथा D लेकर दोहराते हैं तथा इनके छिद्रों से मोमबत्ती की लौ देख पाते हैं। इन चारों कार्डबोर्ड के छिद्रों की स्थिति के बारे में आप क्या निष्कर्ष निकालेंगे?
2. किसी सूचीछिद्र कैमरे के पर्दे पर किसी भवन का प्रतिबिंब बनता है। भवनों का प्रतिबिंब उससे
   (i) बड़ा तथा उल्टा होगा।
   (ii) बड़ा तथा सीधा होगा।
   (iii) छोटा तथा उल्टा होगा।
   (iv) छोटा तथा सीधा होगा।
3. यदि सूर्य से पृथ्वी तक पहुँचने में प्रकाश 8 मिनट का समय लेता हो तो सूर्य तथा पृथ्वी के बीच की दूरी ज्ञात कीजिए। प्रकाश की चाल 300000 किलोमीटर प्रति सेकंड है।
4. यदि पृथ्वी तथा चंद्रमा के बीच की दूरी 400000 km हो, तो प्रकाश को चंद्रमा से पृथ्वी तक पहुँचने में लगने वाले समय की गणना कीजिए।

## 11.3 जब प्रकाश वस्तुओं पर पड़ता है, तो क्या होता है?

कक्षा VI में, पदार्थ की प्रकृति का अध्ययन करते समय आप पारदर्शी तथा अपारदर्शी वस्तुओं के बारे में पढ़ चुके हैं। जब प्रकाश या प्रकाश की किरण किसी वस्तु पर पड़ती है तो तीन घटनाएँ हो सकती हैं:

(i) समस्त प्रकाश लगभग पूरी तरह वस्तु के भीतर से गुजर जाए,
(ii) इसका केवल कुछ भाग ही वस्तु के भीतर से गुजर पाए और शेष अवशोषित हो जाए,
(iii) यह वस्तु द्वारा पूर्णतया अवशोषित हो जाए और उससे प्रकाश तनिक भी न गुजर पाए।

इस आधार पर हम वस्तुओं को तीन संवर्गों में वर्गीकृत कर सकते हैं। वायु, शुद्ध जल, काँच, कुछ प्रकार की प्लास्टिक जैसी वस्तुएँ, जो लगभग समस्त प्रकाश किरणों को अपने भीतर से गुजरने देती हैं, **पारदर्शी** कहलाती हैं। इस प्रकार की वस्तुएँ, इन पर पड़ने वाले प्रकाश के केवल थोड़े से भाग को ही अवशोषित या विस्तारित करती हैं तथा अधिकांश प्रकाश को संचरित कर देती हैं। कभी-कभी किसी पदार्थ की पारदर्शिता पर्यावरण के कारकों के कारण घट जाती हैं। उदाहरण के लिए, वायु तथा जल की पारदर्शिता क्रमशः कोहरे तथा निलंबित अशुद्धियों के कारण कम हो जाती है।

बटर पेपर, प्लास्टिक की पतली चादरें, जिलेटिन की शीट, धूमित काँच, पंकिल जल (गंदला जल), कुछ प्रकार के बादल आदि कुछ ऐसे पदार्थों के उदाहरण हैं जो प्रकाश के केवल कुछ ही भाग को संचरित करते हैं। ऐसे पदार्थ **पारभासी** कहलाते हैं। पारभासी पदार्थ प्रकाश के शेष भाग को अवशोषित या विस्तारित कर देते हैं।

किसी अँधेरे कमरे में, किसी जली हुई टॉर्च को अपनी अंगुलियों से ढकिए और उन्हें देखिए। आपकी अंगुलियाँ दीप्तिमान प्रतीत होंगी। आप यह भी देखेंगे कि प्रकाश का कुछ अंश आपकी अंगुलियों से संचरित हो जाता है। यह दर्शाता है कि हमारी त्वचा तथा साथ ही रक्त कुछ सीमा तक पारभासी हैं।

लकड़ी, तारकोल, पेंट, कागज की मोटी शीटें, धातु की शीट, कुछ ऐसे पदार्थों के उदाहरण हैं जो अपने भीतर से प्रकाश के बहुत ही थोड़े भाग को गुजरने देते हैं या बिलकुल ही नहीं गुजरने देते। ये पदार्थ **अपारदर्शी** कहलाते हैं। जब प्रकाश अपारदर्शी पदार्थों पर पड़ता हैं, तो इसका अधिकांश भाग या तो अवशोषित हो जाता है या विस्तारित हो जाता है। लगभग पूर्णरूपेण अपारदर्शी कागज की किसी शीट पर रुई की सहायता से तेल को फैलाकर उसकी पतली परत का आलेप चढ़ाने पर, उसे पारभासी बनाना भी संभव है।

**इन्हें उत्तर दीजिए**

1. निम्नलिखित को पारदर्शी, अपारदर्शी तथा पारभासी वस्तुओं के रूप में वर्गीकृत कीजिए:
   मोम, चश्मे के लेंस, नमक का ढेर, पत्थर, घना धुआँ, लकड़ी, त्वचा, गुब्बारे की रबड़, तबले की झिल्ली।
2. तेज धूप की ओर देखते हुए अपनी आँखों को बंद कीजिए। अब बंद आँखों को अपनी हथेली से ढकिए। ध्यान रहे आँखें अब भी बंद रहें। क्या आप कुछ अंतर अनुभव करते हो? अपने इस अनुभव के आधार पर बताइए कि आपकी पलकें पारदर्शी हैं, अपारदर्शी हैं या पारभासी हैं।
3. कभी–कभी आप सूर्य या चंद्रमा को बादलों के पीछे भी देख पाते हैं। ऐसे बादलों के प्रकाश का संचरण करने की क्षमता के बारे में आप क्या कहेंगे?
4. काँच की किसी पारदर्शी शीट को आप किस प्रकार पारभासी शीट में बदलेंगे? कोई दो विधियाँ सुझाइए।

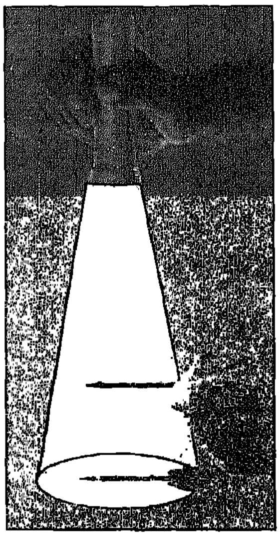
## 11.4 छाया और ग्रहण

हम जानते हैं कि अपारदर्शी वस्तुएँ अपने अंदर से प्रकाश को नहीं गुजरने देतीं। इसी कारण अपारदर्शी वस्तुओं की प्रकाश के स्रोत के विपरीत दिशा में, अधिकांश स्थितियों में, छाया बनती है। किसी वस्तु की छाया से आप भली–भाँति परिचित हैं। सामान्यत:, वस्तुओं की छाया की रूपरेखा अथवा स्वरूप उन्हीं के समान होता है। आप प्राय: वस्तुओं को उनकी छायाओं से पहचान सकते हैं। प्रात: काल, जब आप धूप में खड़े होते हैं तो आपकी छाया लंबी होती है और सूर्य की दिशा के विपरीत दिशा में बनती है। मध्याह्न के समय छाया छोटी होती है और सायंकाल के समय छाया फिर से लंबी हो जाती है। किसी विद्युत् बल्ब अथवा मोमबत्ती के प्रकाश में आप अपनी छाया को आसानी से देख सकते हैं। किसी प्रकाशित विद्युत् बल्ब द्वारा किसी वस्तु की छाया, इसके विपरीत दिशा में बनती है। छाया की आमाप (साइज़) वस्तु की स्थिति तथा बल्ब से उसकी दूरी पर निर्भर करती है। आपके निकट रखी मोमबत्ती के प्रकाश से बनी आपकी छाया बहुत बड़ी हो सकती है। कभी–कभी अपारदर्शी वस्तुओं की छायाएँ स्पष्ट दिखलाई नहीं देतीं। उदाहरण के लिए, प्रतिदीप्ति नलिका (ट्यूब लाइट) के प्रकाश में वस्तुओं की स्पष्ट छाया देखना अत्यंत कठिन है। इसी प्रकार आकाश में ऊँचाई पर उड़ते हुए पक्षियों और हवाई जहाज की छाया भी हमें विरले ही दिखाई पड़ती हैं। ऐसा क्यों होता है? आइए, इसका पता लगाएँ।

### क्रियाकलाप 3

किसी कमरे में एक टॉर्च या मोमबत्ती जलाइए, जो किसी प्रकाश-स्रोत की भाँति कार्य कर सके। सफेद गत्ते के एक टुकड़े अथवा कागज की शीट को पकड़कर टॉर्च से कुछ दूरी पर ऊर्ध्वाधर रखिए। कागज की शीट का प्रकाश स्रोत से प्रकाशित भाग किसी पर्दे का कार्य करता है। अपने दूसरे हाथ में एक पेंसिल अथवा चाबी पकड़कर उसे टॉर्च तथा पर्दे के बीच रखिए। पेंसिल या चाबी पर्दे के समीप होनी

चाहिए। पेंसिल अथवा चाबी प्रकाश के मार्ग में एक **अवरोध** का कार्य करती है। अवरोध के कारण टॉर्च अथवा मोमबत्ती से प्रकाश पर्दे के कुछ भाग में नहीं पहुँचेगा। पर्दे का यह भाग अदीप्त प्रतीत होगा (चित्र 11.5)। यह अदीप्त क्षेत्र अवरोध की **छाया** है। पर्दे के दूसरे भाग अवरोध की उपस्थिति से प्रभावित नहीं होते और पूर्ववत् प्रकाशित रहते हैं। अब पर्दे तथा

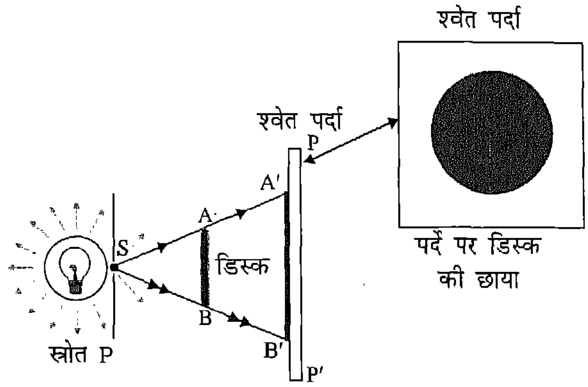


*चित्र 11.5 टॉर्च के प्रकाश से बनी किसी पेंसिल की छाया*

वस्तु (अवरोध) के बीच की दूरी बढ़ाइए। छाया को ध्यानपूर्वक देखिए। आप देखेंगे कि अब पर्दा दो के स्थान पर तीन क्षेत्रों में विभक्त हो जाता है। इनमें से एक क्षेत्र सबसे अधिक अदीप्त (काला) है। पर्दे का सबसे अधिक अदीप्त क्षेत्र एक ऐसे अन्य क्षेत्र से घिरा है जो अपेक्षाकृत कम अदीप्त है। इस कम अदीप्त क्षेत्र के बाहर पर्दा पूरी तरह प्रकाशित है तथा यह क्षेत्र अवरोध से प्रभावित नहीं होता।

इस क्रियाकलाप में यदि आप वस्तु से पर्दे की दूरी बढ़ाते चले जाएँ तो एक स्थिति ऐसी आ जाएगी जब आप वस्तु की स्पष्ट छाया नहीं देख पाएँगे। अब आप समझ सकते हैं कि हमें ऊँचाई पर उड़ते हुए पक्षियों और हवाई जहाजों की छाया क्यों नहीं दिखाई देती।

आइए, अपने इस प्रेक्षण को प्रकाश के ऋजु रेखीय संचरण के आधार पर समझने का प्रयत्न करें। चित्र 11.6 को ध्यानपूर्वक देखिए। इस चित्र में बिंदु S प्रकाश के एक बिंदु स्रोत को प्रदर्शित करता

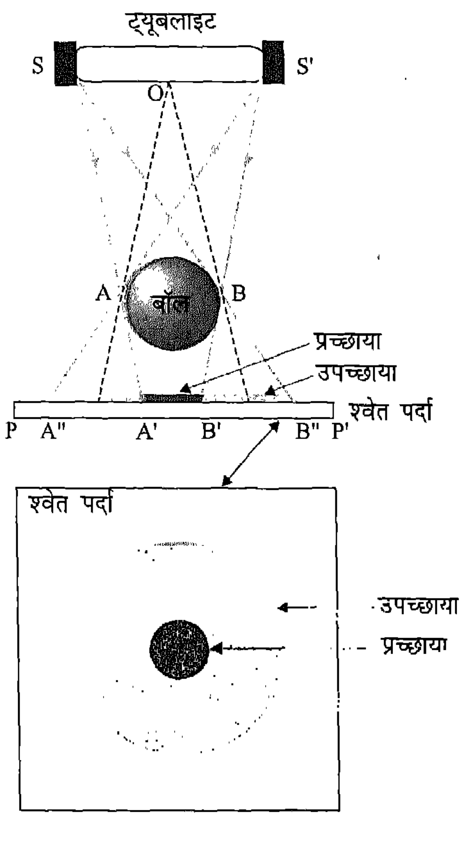



***चित्र 11.6** प्रकाश के बिंदु स्रोत से बनी छाया*

है। रेखा AB एक अवरोध (किसी डिस्क) तथा PP′ पर्दे को प्रदर्शित करते हैं। बिंदु S, सभी दिशाओं में प्रकाश उत्सर्जित करता है। हम जानते हैं कि प्रकाश सीधी रेखा में चलता है। यदि हम बिंदु S से कोई सीधी रेखा खींचें तो प्रकाश इसके अनुदिश संचरित होगा। प्रकाश स्रोत से खींची गई इस प्रकार की सीधी रेखा किसी प्रकाश-किरण का पथ या मार्ग प्रदर्शित करती हैं। बिंदु S से PP′ तक हम जितनी रेखाएँ चाहें खींच सकते हैं। इनमें से प्रत्येक रेखा एक प्रकाश-किरण को प्रदर्शित करेगी। इनमें से कौन-सी किरणें PP′ तक पहुँच पाएँगी? इनमें से कौन-सी PP′ तक नहीं पहुँचेंगी? पर्दे तक वही किरणें पहुँच पाएँगी जो अवरोध द्वारा बीच में ही रोकी नहीं जातीं। जो किरणें अवरोध द्वारा बीच में रोक ली जाएगी वे पर्दे तक नहीं पहुँच पाएँगी।

इसलिए पर्दे का संगत भाग अदीप्त रहेगा। चित्र 11.6 में A′B′ द्वारा दर्शाया गया यह अदीप्त भाग अवरोध AB की छाया है। दो चरम किरणें SAA′ तथा SBB′ पर्दे के प्रकाशित भाग तथा छाया A′B′ को पृथक करती हैं। चित्र 11.6 में दर्शाए गए रेखाचित्र को किरण आरेख कहते हैं।

व्यवहार में हमें प्रकाश का बिंदु स्रोत विरले ही मिल पाता है। लगभग प्रत्येक स्थिति में प्रकाश का स्रोत बिंदु से बड़ा होता है। ऐसी अवस्थाओं में, स्रोत का प्रत्येक बिंदु किसी बिंदु स्रोत की भाँति कार्य करता है। इस प्रकार के स्रोत को प्रकाश का विस्तारित स्रोत कहते हैं। चित्र 11.7 में दर्शाए गए एक वास्तविक प्रकाश स्रोत के किरण-आरेख का अध्ययन करके हम यह समझ सकते हैं कि ऐसी अवस्था में क्या




*चित्र 11.7 किसी विस्तारित प्रकाश स्रोत द्वारा प्रच्छाया तथा उपच्छाया का बनना*

होता है। चित्र 11.7 में SS′ प्रकाश के किसी स्रोत को दर्शाता है। क्योंकि यह एक बिंदु नहीं है, इसलिए यह विस्तारित स्रोत कहलाता है। इस स्रोत के दो चरम बिंदुओं S तथा S′ से प्रकाश की किरणें खींची गई हैं। आप देख सकते हैं कि स्रोत SS′ के बिंदु S से आने वाली किरणें पर्दे पर अवरोध AB की छाया A′B″ बनाती हैं। इसी प्रकार स्रोत SS′ के बिंदु S′ से आनेवाली किरणों द्वारा बनाई गई छाया A″B′ है। स्रोत SS′ के सभी बिंदुओं से बनने वाली छायाओं का निर्धारण इसी प्रकार किया जा सकता है। इस प्रकार प्रकाश के स्रोत के प्रत्येक बिंदु से बनी प्रत्येक छाया का कुछ भाग अन्य छाया के साथ उभयनिष्ठ होता है और पर्दे पर चित्र 11.7 में दर्शाए अनुसार तीन क्षेत्र बन जाते हैं। क्षेत्र A′B′ में स्रोत के किसी भी बिंदु से प्रकाश नहीं पहुँच पाता और यह सबसे अधिक अदीप्त क्षेत्र है। छाया के इस भाग को **प्रच्छाया** कहते हैं।

पर्दे PP′ के क्षेत्र A′A″ तक बिंदु S और S′ के मध्य सभी बिंदुओं से तो प्रकाश पहुँचेगा, लेकिन बिंदु S′ से इस क्षेत्र में प्रकाश नहीं पहुँच पाएगा। बिंदु S तथा S' से किसी स्केल द्वारा प्रकाश किरणें खींच कर आप स्वयं इस तथ्य की जाँच कर सकते हैं। चित्र 11.7 में ऐसी दो किरणें खींची गई हैं। अत: A′A″ क्षेत्र में प्रकाश स्रोत SS′ के कुछ ही भागों (बिंदू S तथा S′ के मध्य) से पहुँचता है, परंतु अन्य भागों से नहीं पहुँचता है। अत: यह क्षेत्र A′A″ पूर्णतया अदीप्त नहीं होता। इसी प्रकार आप देख सकते हैं कि क्षेत्र B′B″ पर भी केवल कुछ भागों (बिंदु S तथा S′ के बीच) से ही प्रकाश पहुँच पाता है लेकिन अन्य भाग से नहीं पहुँचता। क्षेत्र B′B″ भी पूरी तरह अदीप्त नहीं है। क्षेत्र A′A″ तथा B′B″ **उपच्छाया** कहलाते हैं। A″ तथा B″ से परे के क्षेत्र, अवरोध की उपस्थिति से तनिक भी

प्रभावित नहीं होते। इन क्षेत्रों में स्रोत के प्रत्येक बिंदु से प्रकाश की किरणें पहुँचती हैं।

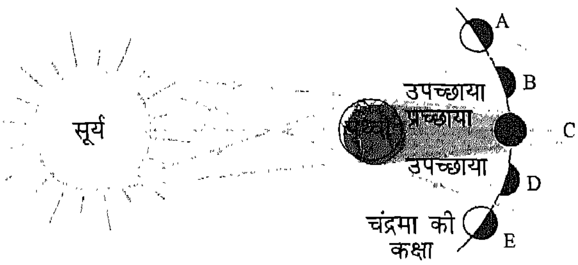
हम जानते हैं कि प्रकाशित टॉर्च द्वारा किसी वस्तु, जैसे पेंसिल, की छाया पर्दे पर बनती है। ठीक इसी प्रकार, सूर्य भी पृथ्वी तथा चंद्रमा की छाया अंतरिक्ष में बनाता है। लेकिन हम उनकी छाया को नहीं देख पाते, क्योंकि इनके पीछे कोई पर्दा नहीं होता। तथापि, जब पृथ्वी की छाया चंद्रमा पर पड़ती है तब **चंद्र ग्रहण** होता है। इसी प्रकार जब चंद्रमा की छाया पृथ्वी पर पड़ती है तब **सूर्य ग्रहण** होता है। प्राचीन काल से ही मानव इन अद्भुत घटनाओं को देखता रहा है। आइए, अब यह समझने का प्रयत्न करें कि ग्रहण कैसे पड़ते हैं। ग्रहण का शाब्दिक अर्थ है निगल लेना या गायब अथवा अदृश्य होना। कोई वस्तु किसी प्रेक्षक के लिए निम्नलिखित में से एक या अधिक परिस्थितियों में अदृश्य हो सकती है :

- वस्तु स्वयं प्रकाश का स्रोत न हो और किसी अन्य स्रोत से उस पर प्रकाश न पड़ रहा हो।
- प्रेक्षक तथा वस्तु के बीच रखे किसी अवरोध के कारण वस्तु का दृश्य पूर्ण रूप से अवरुद्ध हो जाए।

चंद्र ग्रहण इनमें से पहली परिस्थिति में होता है। सूर्य ग्रहण दूसरी परिस्थिति के कारण होता है।

## चंद्र ग्रहण

आप जानते हैं कि पूर्णिमा को सूर्य के पश्चिम दिशा में अस्त होने के पश्चात् चंद्रमा पूर्व दिशा में उदय होता है। इस रात्रि को सूर्य तथा चंद्रमा पृथ्वी के विपरीत दिशाओं में होते हैं। सामान्यतः, हम पूरी रात पूर्ण चंद्रमा देखते हैं। कुछ पूर्णिमा की रात्रि में, पृथ्वी की छाया चंद्रमा की सतह पर पड़ती है। जब ऐसा होता है तो पृथ्वी के कुछ भागों से कुछ समय के लिए हमें आंशिक या पूर्ण चंद्रमा दिखाई नहीं देता। ऐसी स्थिति में हम कहते हैं कि **चंद्र ग्रहण** पड़ रहा है। फिर भी, प्रत्येक पूर्णिमा को चंद्र ग्रहण नहीं होता। ऐसा इसलिए होता है, क्योंकि प्रत्येक पूर्णिमा को सूर्य, पृथ्वी तथा चंद्रमा के केंद्र एक ही सीधी रेखा में नहीं होते।




***चित्र 11.8*** *चंद्र ग्रहण का पड़ना*

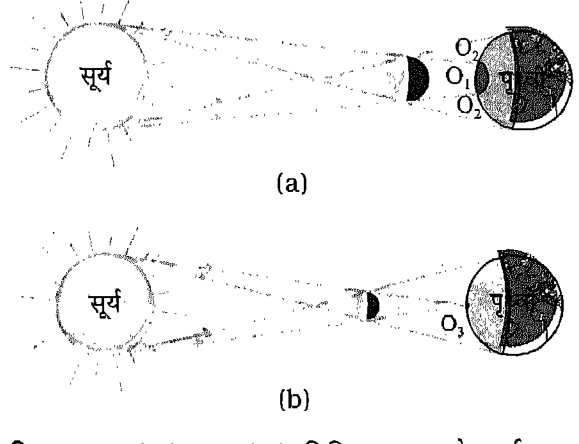
चित्र 11.8 में दर्शाए गए किरण आरेख का अध्ययन करके आप समझ सकते हैं कि चंद्र ग्रहण कैसे होता है। इस चित्र में चंद्र ग्रहण के समय

*समाचार-पत्रों तथा दूरदर्शन की उद्घोषणाओं के माध्यम से पहले से ही आगामी चंद्र ग्रहण का दिन तथा समय जानने का प्रयास कीजिए। आकाश में प्रकाश और छाया के इस भव्य दृश्य को देखना सुनिश्चित कीजिए। चंद्रमा पृथ्वी की उपच्छाया तथा प्रच्छाया से गुजरने में कुछ घंटे का समय लेता है। सबसे पहले आप चंद्रमा को फ़ीका (पीला) सा होता हुआ देखेंगे। यह दर्शाता है कि यह उपच्छाया में प्रवेश कर चुका है। एक समय आएगा जब चंद्रमा धीरे-धीरे अदृश्य होना प्रारंभ हो जाएगा। इस समय चंद्रमा पृथ्वी की प्रच्छाया में प्रवेश करता है। फिर पूर्ण चंद्रमा प्रच्छाया में प्रवेश कर जाता है और पूर्ण रूप से अदृश्य हो जाता है। धीरे-धीरे, चंद्रमा पृथ्वी की प्रच्छाया तथा उपच्छाया से बाहर आता है। चंद्रमा की विभिन्न स्थितियों के अपने प्रेक्षणों को चित्र 11.8 से तुलना करने का प्रयत्न कीजिए।*

चंद्रमा की विभिन्न स्थितियों को दर्शाया गया है, जब यह पृथ्वी की उपच्छाया तथा प्रच्छाया में से होकर गुजरता है। स्थिति A में, चंद्रमा ने उपच्छाया में प्रवेश नहीं किया है और यह सामान्य रूप से दीप्त दिखाई देता है। स्थिति B में, यह उपच्छाया में प्रवेश कर गया है। इस स्थिति में चंद्रमा फीका सा दिखाई देता है जैसे कि यह बादलों के पीछे चला गया हो। इसके पश्चात् चंद्रमा का कुछ भाग प्रच्छाया में प्रवेश करता है। चंद्रमा का यह भाग पृथ्वी से दिखाई नहीं देता, लेकिन चंद्रमा का बाकी भाग अब भी दिखाई देता है। यह **खंड चंद्रग्रहण** कहलाता है। जब, चंद्रमा पूर्ण रूप से प्रच्छाया में, स्थिति C, प्रवेश कर लेता है तो यह पृथ्वी से दिखाई नहीं देता। यह **पूर्ण चंद्र ग्रहण** कहलाता है। पूर्ण चंद्र ग्रहण के समय चंद्रमा पूर्ण रूप से अदृश्य हो जाता है। कुछ समय पश्चात् चंद्रमा पुनः उपच्छाया में आ जाता है। अंत में यह पृथ्वी की छाया से बाहर निकल जाता है। इस प्रकार पूर्ण ग्रहण के पश्चात् फिर से खंड चंद्र ग्रहण होता है। अंत में चंद्रमा उतना ही दीप्त दिखाई देने लगता है जितना कि वह ग्रहण प्रारंभ होने के पहले था।

### सूर्य ग्रहण

अमावस्या के दिन, चंद्रमा, पृथ्वी तथा सूर्य के बीच में होता है। कभी-कभी उनके केंद्र एक सीधी रेखा में स्थित हो सकते हैं। जब ऐसा होता है तो चंद्रमा की छाया पृथ्वी पर पड़ सकती है। यह घटना प्रत्येक अमावस्या को नहीं घटती, केवल कुछ ही अमावस्या के दिनों में यह घटना घट सकती है। क्योंकि चंद्रमा का आमाप (साइज़) पृथ्वी की अपेक्षा छोटा है इसलिए चंद्रमा की छाया पृथ्वी के सीमित भागों पर ही पड़ती है। पृथ्वी के इन क्षेत्रों में **सूर्य ग्रहण** पड़ता है। सूर्य ग्रहण की घटना को चित्र 11.9 (a तथा b) की सहायता से समझा जा सकता है। सूर्य ग्रहण खंड-ग्रहण अथवा पूर्ण सूर्य ग्रहण हो सकता है। पृथ्वी के किसी स्थान से सूर्य ग्रहण किस प्रकार का दिखाई देगा यह इस बात पर निर्भर है कि यह स्थान चंद्रमा की प्रच्छाया में स्थित है अथवा उपच्छाया में। पृथ्वी के जिस क्षेत्र में चंद्रमा की प्रच्छाया पड़ती है, उस क्षेत्र से सूर्य को नहीं देखा जा सकता। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि चंद्रमा सूर्य के दृश्य को अवरुद्ध कर देता है। उदाहरण के लिए चित्र 11.9 (a) में दर्शाए अनुसार पृथ्वी पर $O_1$ जैसे क्षेत्र पर स्थित दर्शकों के लिए चंद्रमा सूर्य को पूरी तरह अवरुद्ध कर लेता है। इसे **पूर्ण सूर्य ग्रहण** कहते हैं। इसी प्रकार, उपच्छाया के किसी क्षेत्र जैसे बिंदु $O_2$ से, सूर्य केवल आंशिक रूप से दिखाई देता है। ऐसे स्थान पर **खंड सूर्य ग्रहण** पड़ता है। यदि चंद्रमा की प्रच्छाया का केवल छोर (टिप) ही पृथ्वी को छूता है, तो **वलयाकार सूर्य ग्रहण** पड़ता है। ऐसी स्थिति में, बिंदु $O_3$ जैसे क्षेत्रों में रहने वाले मनुष्यों के लिए चंद्रमा सूर्य के दृश्य को पूरी तरह अवरुद्ध कर देता है [चित्र 11.9 (b)]। इस क्षेत्र से सूर्य का केवल बाहरी किनारा ही दिखाई देता है जिसे किरीट (कोरोना) कहते हैं। इस स्थिति में




*चित्र 11.9 (a) तथा (b) विभिन्न प्रकार के सूर्य ग्रहणों का पड़ना*

आकाश में सूर्य बहुत थोड़े समय के लिए एक बहुत चमकीली अंगूठी के समान दिखाई देता है। जिसे 'डायमंड रिंग' कहते हैं। पूर्ण सूर्य ग्रहण एक दुर्लभ घटना है। जब भी आगामी पूर्ण सूर्य ग्रहण पड़े, तो आप उसे देखने का अवसर न चूकें।

यह देखा गया है कि पूर्ण सूर्य ग्रहण की अवधि में अनेक जीव-जंतु इस प्रकार व्यवहार करने लगते हैं जैसे कि रात्रि हो गई हो। उदाहरण के लिए पक्षी अपने घोंसलों की ओर लौटना प्रारंभ कर देते हैं। चंद्र ग्रहण तथा सूर्य ग्रहण दोनों ही प्राकृतिक घटनाएँ हैं। वे दुर्लभ परिदृश्य प्रस्तुत करते हैं। जब भी अवसर मिले, उन्हें अवश्य देखिए। यद्यपि सूर्य ग्रहण, चाहे खंड ग्रहण हो या पूर्ण ग्रहण हो, को देखने के लिए उचित दृश्य सामग्री का उपयोग करने की सावधानी अवश्य बरतनी चाहिए।

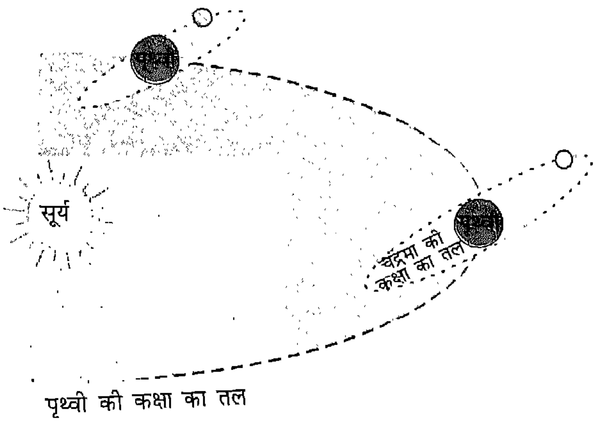
आँखों की सुरक्षा का उचित उपाय किए बिना सूर्य ग्रहण को सीधे ही देखना खतरनाक सिद्ध हो सकता है। किसी पर्दे या दीवार पर बने सूर्य के प्रतिबिंब की सहायता से सूर्य ग्रहण को देखना सदैव सुरक्षित है। ऐसा करने के लिए गत्ते का एक टुकड़ा लीजिए और उसके बीच में एक बारीक तथा गोल छेद कीजिए। गत्ते के इस टुकड़े को सूर्य की किरणों के लंबवत् रखिए। आप ग्रहण के समय इस सूचीछिद्र से सूर्य का प्रतिबिंब किसी पर्दे या दीवार पर प्राप्त कर सकते हैं। इस प्रतिबिंब को सीधे ही आँखों से देखना सुरक्षित है। ध्यान रहे कि आपकी पीठ सूर्य की ओर रहनी चाहिए। आपको सूर्य को कभी भी सीधा या सूचीछिद्र की सहायता से नहीं देखना चाहिए। आप इस घटना को उचित बचाव सामग्री का उपयोग करके, वीडियो कैमरे से अभिलेखन करके या दूरदर्शन के सीधे प्रसारण द्वारा भी देख सकते हैं। चित्र 11.10 में सूर्य ग्रहण की विभिन्न अवस्थाओं को दर्शाया गया है।

हम जानते हैं कि प्रत्येक पूर्णिमा को चंद्र ग्रहण



***चित्र 11.10** सूर्य ग्रहण के समय सूर्य की विभिन्न अवस्थाओं को दर्शाता फोटोग्राफ*

नहीं होता और प्रत्येक अमावस्या को सूर्य ग्रहण नहीं पड़ता। इसका कारण यह है कि सूर्य के चारों ओर परिक्रमा करते समय पृथ्वी की कक्षा का तल तथा पृथ्वी के चारों ओर परिक्रमा करते समय चंद्रमा की कक्षा का तल एक-दूसरे के सापेक्ष कुछ झुके हुए हैं (चित्र 11.11)। इसलिए प्रत्येक अमावस्या या पूर्णिमा को सूर्य, पृथ्वी तथा चंद्रमा के केंद्र एक ही सीधी रेखा पर नहीं होते।




***चित्र 11.11** सूर्य की परिक्रमा करते समय पृथ्वी की कक्षा का तल तथा पृथ्वी की परिक्रमा करते समय चंद्रमा की कक्षा का तल एक दूसरे के सापेक्ष कुछ झुके हुए हैं*

खगोलज्ञ तथा पंचांग बनाने वाले चंद्र ग्रहण तथा सूर्य ग्रहण दोनों के ही पड़ने की सही-सही भविष्यवाणी कर सकते हैं। वे भूतकाल में घटित इन घटनाओं का अभिलेख भी अपने पास रखते हैं।

> 1. प्रच्छाया तथा उपच्छाया में अंतर बताइए।
> 2. यदि प्रकाश स्रोत अवरोध की अपेक्षा बड़ा है, तो एक ऐसा चित्र बनाइए जिसमें पर्दे पर कोई प्रच्छाया न बने।
> 3. पूर्ण तथा खंड चंद्र ग्रहण कब पड़ते हैं?
> 4. वलयाकार सूर्य ग्रहण पड़ने की आवश्यक शर्तें बताइए।
> 5. खंड अथवा पूर्ण सूर्य ग्रहण देखने के लिए आवश्यक सावधानियाँ बताइए।

## 11.5 क्या होता है जब प्रकाश किसी पॉलिश की हुई सतह पर पड़ता है?

हम पढ़ चुके हैं कि जब प्रकाश किसी अवरोध पर पड़ता है तो क्या होता है। हम यह भी जानते हैं कि जब प्रकाश किसी वस्तु से टकराता है तो वह सभी दिशाओं में विस्तारित हो जाता है। प्रकाश के इस गुण के कारण ही हम उस वस्तु को देख पाते हैं। लेकिन जब प्रकाश किसी पॉलिश की हुई या चमकदार सतह पर पड़ता है तो यह एक सुनिश्चित दिशा में विस्तारित होता है। स्पष्ट प्रतिबिंब इसी कारण बनता है। पॉलिश की हुई या चमकदार सतह को **दर्पण** कहते हैं। आइए, किसी समतल दर्पण में प्रतिबिंब के बनने का अध्ययन करें।

### *क्रियाकलाप 4*

दीवार पर टॉर्च का प्रकाश डालिए। आप देखेंगे कि दीवार पर प्रकाश का एक धब्बा बन जाता है। अब एक दर्पण इस प्रकार रखिए कि टॉर्च का प्रकाश इसके ऊपर पड़े। आप क्या देखते हैं? आप देखेंगे कि दीवार पर प्रकाश के धब्बे की स्थिति बदल गई है। इसका अर्थ यह हुआ कि दर्पण से टकराने के पश्चात् प्रकाश पुँज की दिशा बदल जाती है। प्रकाश पुँज की दिशा बदले बिना दर्पण को किसी भी दिशा में थोड़ा-सा तिरछा कीजिए। आप देखेंगे कि प्रत्येक स्थिति में प्रकाश पुँज की दिशा एक निश्चित दिशा में ही बदलती है। अब अपने एक मित्र को ऐसे स्थान पर खड़े होने के लिए कहिए जिससे दर्पण से बनने वाला प्रकाश का धब्बा सीधे उसकी आँखों पर पड़े। अपने मित्र से कहिए कि उस स्रोत का स्थान निर्धारण करने का प्रयत्न करे जहाँ से प्रकाश आता हुआ प्रतीत हो रहा है। अब अपनी तथा अपने मित्र की स्थितियाँ बदलिए। आप देखेंगे कि ऐसा प्रतीत होता है जैसे कि टॉर्च दर्पण के पीछे रखी हो तथा प्रकाश पुँज इससे आ रहा हो। दर्पण के पीछे दिखाई देने वाली टॉर्च, टॉर्च का प्रतिबिंब कहलाती है। किसी पॉलिश की हुई सतह से प्रकाश का एक सुनिश्चित रूप से दिशा बदलने की परिघटना को **परावर्तन** कहते हैं। प्रकाश के परावर्तन के कारण प्रतिबिंब बनता है।

अन्य बिना पॉलिश की हुई सतहें भी प्रकाश का परावर्तन करती हैं। लेकिन इनसे परावर्तित प्रकाश किसी सुनिश्चित दिशा में नहीं जाता। यह सभी दिशाओं में फैल जाता है, अर्थात् विस्तारित हो जाता है। इसे **विसरित परावर्तन** या **प्रकीर्णन** कहते हैं। विसरित परावर्तन से स्पष्ट प्रतिबिंब नहीं बनता।

हममें से अधिकांश दर्पण में प्रतिदिन अपना प्रतिबिंब देखते हैं। सामान्यत: किसी पारदर्शी काँच की शीट की भीतरी या बाहरी सतह को रजतित करके दर्पण बनाया जा सकता है। पॉलिश की हुई

सतह द्वारा प्रतिबिंब बनने का अध्ययन किरण आरेख खींचकर किया जा सकता है। आइए, पहले यह समझने का प्रयत्न करें कि जब प्रकाश की कोई किरण दर्पण से टकराती है तो क्या होता है? किसी परावर्तक सतह से प्रकाश का परावर्तन निश्चित नियमों के अनुसार होता है। ये **परावर्तन के नियम** कहलाते हैं।

## परावर्तन के नियम

परावर्तन के नियमों का उल्लेख करने से पहले आइए कुछ महत्वपूर्ण पदों के बारे में सीखें। ये पद निम्नलिखित हैं:

(i) ***आपतित किरण :*** प्रकाश स्रोत से किसी दी हुई सतह पर पड़ने वाली प्रकाश किरण को आपतित किरण कहते हैं।

(ii) **आपतन बिंदु :** जिस बिंदु पर आपतित किरण परावर्तक सतह से आकर टकराती है, उसे आपतन बिंदु कहते हैं।

(iii) **परावर्तित किरण :** आपतन बिंदु से परावर्तन के पश्चात् आपतित किरण परावर्तित किरण कहलाती है।

(iv) **आपतन बिंदु पर अभिलंब :** आपतन बिंदु पर परावर्तक सतह के लंबवत् खींची गई रेखा को अभिलंब कहते हैं।

(v) **आपतन कोण :** आपतित किरण तथा अभिलंब के बीच के कोण को आपतन कोण कहते हैं।

(vi) **परावर्तन कोण :** परावर्तित किरण तथा अभिलंब के बीच के कोण को परावर्तन कोण कहते हैं।

### परावर्तन के दो नियम इस प्रकार हैं:

(i) आपतित किरण, परावर्तित किरण तथा आपतन बिंदु पर अभिलंब एक ही तल में होते हैं।

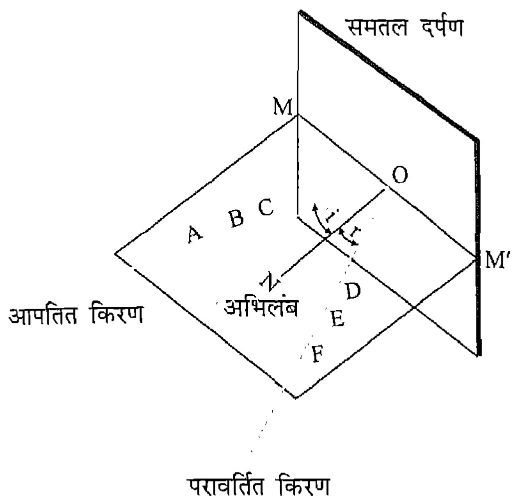
(ii) आपतन कोण सदैव परावर्तन कोण के बराबर होता है।

परावर्तन के यह नियम सभी पॉलिश किए हुए तथा चिकने पृष्ठों पर लागू होते हैं। ये पृष्ठ समतल अथवा वक्रित दोनों प्रकार के हो सकते हैं। आइए, किसी समतल दर्पण के लिए इन नियमों को सत्यापित करें।

## *क्रियाकलाप 5*

किसी मेज पर सफेद कागज की एक शीट फैलाइए। इस शीट पर एक सीधी रेखा खींचिए और इस पर MM′ अंकित कीजिए। इस रेखा के अनुदिश समतल दर्पण की एक पट्टी ऊर्ध्वाधर स्थिति में रखिए। अब एक टॉर्च के प्रकाश को कंघी पर इस प्रकार डालें कि इससे निकलने वाला प्रकाश पुँज मेज के लगभग समांतर हो। आपको आपतित तथा परावर्तित किरणों का एक सव्यवस्थित पैटर्न प्राप्त होगा। टॉर्च के प्रकाश पुँज की दिशा को इस प्रकार समायोजित कीजिए कि यह पैटर्न जितना संभव हो सके सुस्पष्ट दिखाई दे। एक पेंसिल से किसी भी आपतित किरण पर तीन बिंदु A, B तथा C अंकित कीजिए। इसकी संगत परावर्तित किरण पर तीन बिंदु D, E तथा F अंकित कीजिए (चित्र 11.12)। टॉर्च का स्विच बंद कीजिए। दर्पण को हटाइए। बिंदुओं A, B तथा C को एक सीधी रेखा A B C से जोड़िए। इसी प्रकार बिंदुओं D, E तथा F को एक सीधी रेखा D E F से जोड़िए। ये रेखाएँ क्रमशः आपतित किरण तथा परावर्तित किरण को निरूपित करती हैं। इन रेखाओं को इस प्रकार बढ़ाइए कि ये रेखा MM′ से मिल जाएँ जिस पर दर्पण रखा गया था। आप देखेंगे कि ये बिंदु

O पर मिलती हैं। बिंदु O, किरण ABC के लिए आपतन बिंदु है। MM′ के लंबवत् रेखा ON खींचिए। ON परावर्तक पृष्ठ के आपतन बिंदु O पर अभिलंब है। चित्र 11.12 में AB CO या AO आपतित किरण को निरूपित करती है, O आपतन बिंदु है, ON परावर्तक पृष्ठ पर अभिलंब है तथा ODEF या OF संगत परावर्तित किरण को निरूपित करती है। आपतन कोण ∠AON तथा परावर्तन कोण ∠NOF को मापिए। आप देखेंगे कि ये दोनों बराबर हैं। नोट कीजिए कि आपतन बिंदु पर अभिलंब O N मेज के तल में स्थित है। चित्र 11.12 से आप देख सकते हैं कि आपतित किरण A O तथा परावर्तित किरण O F भी उसी तल में है।




*चित्र 11.12 परावर्तन के नियम दर्शाने के लिए किरण आरेख*

यदि हम आपतन कोण को $\angle i$ तथा परावर्तन कोण को $\angle r$ से निरूपित करें तो परावर्तन के नियम के अनुसार

$$\angle i = \angle r$$

यदि आपतित किरण उसी दिशा में हो जिसमें कि अभिलंब है तो $\angle i = 0$ होगा। इसलिए $\angle r = 0$। इसका अर्थ हुआ कि परावर्तित किरण उसी पथ से वापस लौट जाएगी जिससे आपतित किरण आती है, लेकिन उनकी दिशा एक-दूसरे के विपरीत होंगी।

### *क्रियाकलाप 6*

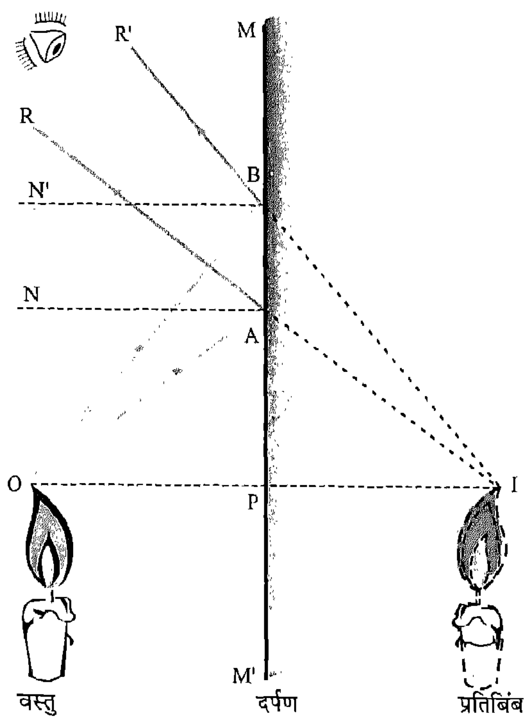
किसी समतल दर्पण को मेज पर इस प्रकार रखिए कि इसका परावर्तक तल ऊपर की ओर हो। एक पेंसिल टॉर्च लीजिए और इसकी सहायता से दर्पण के दाएँ भाग से प्रकाश डालिए। परावर्तित प्रकाश की दिशा नोट कीजिए। यह दर्पण के बाईं दिशा में होगा। जिस तल में आपतित किरण तथा अभिलंब दोनों स्थित हैं, वह आपतन का तल कहलाता है। परावर्तित किरणें भी उसी तल में हैं। अब प्रकाशित टॉर्च को पहली स्थिति से हटाकर इस प्रकार रखिए कि आपतन कोण का मान उतना ही रहे। आप देखेंगे कि परावर्तित प्रकाश अब दूसरे स्थान पर चला जाता है। तथापि, आपतित किरण, आपतन बिंदु पर अभिलंब तथा परावर्तित किरण एक ही तल में हैं, जो कि पहले आपतन तल से भिन्न है।

## **समतल दर्पण द्वारा प्रतिबिंब का बनना**

आप यह अवश्य जानना चाहेंगे कि किसी समतल दर्पण में प्रतिबिंब कैसे बनते हैं। प्रतिबिंबों के बनने को हम किरण आरेख खींचकर समझ सकते हैं। आइए, किरण आरेख खींचकर पहले यह समझें कि समतल दर्पण द्वारा किसी बिंदु स्रोत का प्रतिबिंब कैसे प्राप्त किया जाता है। क्रियाकलाप 7 द्वारा आप ऐसा किरण आरेख खींच सकते हैं।

## क्रियाकलाप 7

कागज की एक शीट लीजिए और इस पर एक सीधी रेखा MM' खींचिए जो ऊर्ध्वाधर स्थिति में रखे समतल दर्पण को निरूपित करे। दर्पण से कुछ दूरी पर प्रकाश के एक बिंदु स्रोत या वस्तु को निरूपित करने के लिए कोई चिह्न O बनाइए। चित्र 11.13 में बिंदु O मोमबत्ती की ज्वाला के शिखर पर स्थित दर्शाया गया है। बिंदु O से निकलने (निर्गमन करने) वाली प्रकाश की वह सभी किरणें जो दर्पण पर आपतित होंगी, कागज की शीट के तल में स्थित होंगी। MM′ पर स्थित किन्हीं दो बिंदुओं A तथा B को बिंदु O से मिलाने वाली दो रेखाएँ खींचिए। ये रेखाएँ चित्र 11.13 में OA तथा OB द्वारा दर्शायी गई है। मान लीजिए OA तथा OB बिंदु O से चलकर दर्पण पर आपतित होने वाली प्रकाश की दो भिन्न-भिन्न किरणें हैं। बिंदु A तथा B पर क्रमश: दो अभिलंब AN तथा BN′ खींचिए। आपतन कोण OAN को मापिए। अब बिंदु A पर कोण OAN के बराबर एक कोण NAR बनाइए। परावर्तन के नियमों के अनुसार AR प्रकाश की परावर्तित किरण को निरूपित करती है। इसी प्रकार आपतित किरण OB के लिए संगत परावर्तित किरण BR′ ज्ञात कीजिए।




*चित्र 11.13 किसी समतल दर्पण द्वारा किसी बिंदु स्रोत के प्रतिबिंब का निर्धारण करना*

अब एक स्केल की सहायता से परावर्तित किरणों AR तथा BR′ को पीछे की ओर बढ़ाइए। आप देखेंगे कि वे किसी एक बिंदु पर जाकर मिलती हैं। इस बिंदु को I से नामांकित कीजिए। I बिंदु O अर्थात् वस्तु का प्रतिबिंब है। बिंदु I **प्रतिबिंब बिंदु** भी कहलाता है। IO को मिलाइए। मान लीजिए यह रेखा MM′ को बिंदु P पर काटती है। OP तथा PI की लंबाइयाँ मापिए। आप देखेंगे कि OP = PI । आप यह भी देखेंगे कि OPA एक समकोण है।

MM′ के अनुदिश एक दर्पण रखिए। यदि हम इस दर्पण में देखें, तो बिंदु O से आने वाली किरणें, पर्दे के पीछे स्थित किसी बिंदु I से आती हुई प्रतीत होंगी। बिंदु O से OA तथा OB के समान आप और भी आपतित किरणें खींच सकते हैं और यह सत्यापित कर सकते हैं कि परावर्तन के पश्चात् वे सभी बिंदु I से आती हुई प्रतीत होती हैं।

हम जानते हैं कि किसी वस्तु के प्रत्येक बिंदु से प्रकाश की किरणों का निर्गमन सभी दिशाओं में होता है। इनमें से जो किरणें दर्पण से टकराती हैं, वे ऊपर वर्णित ढंग से परावर्तित हो जाती हैं। इसी

प्रकार दर्पण वस्तु के प्रत्येक बिंदु का प्रतिबिंब बनाता है। वस्तु के प्रत्येक बिंदु के संगत एक प्रतिबिंब बिंदु होता है। इसलिए हम दर्पण में संपूर्ण वस्तु का प्रतिबिंब देखते हैं। किसी वस्तु का समतल दर्पण द्वारा बना प्रतिबिंब सीधा होता है, वस्तु के आकार जितना ही होता है तथा दर्पण से उतनी ही दूरी पर होता है जितनी कि दर्पण से वस्तु की दूरी होती है। समतल दर्पण में प्रतिबिंब उसके पीछे बनता है तथा इसे **आभासी प्रतिबिंब** कहते हैं। समतल दर्पण में बना प्रतिबिंब वस्तु से एक विशिष्ट रूप में भिन्न भी होता है। इसे समझने के लिए आइए निम्नलिखित क्रियाकलाप करें।

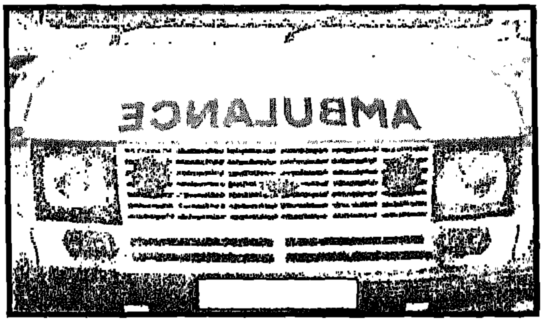
### *क्रियाकलाप 8*

किसी समतल दर्पण के सामने खड़े होकर देखिए। आपको अपना प्रतिबिंब दिखाई देगा। अपना बायाँ हाथ ऊपर उठाइए। आपका प्रतिबिंब कौन-सा हाथ ऊपर उठाता है? अब अपने हाथ से बाएँ कंधे को स्पर्श कीजिए। आपका प्रतिबिंब कौन-सा कंधा छूता है? आप देखेंगे कि दर्पण में बायाँ हिस्सा दाईं ओर तथा दायाँ हिस्सा बाईं ओर दिखाई पड़ता है। इस परिघटना को **पार्श्व-परिवर्तन** कहते हैं। किसी कागज पर RIGHT शब्द लिखिए तथा इसे समतल दर्पण के सामने रखिए। क्या आप इसे दर्पण में पढ़ पाते हैं? कौन से अक्षर आसानी से पढ़े जा सकते हैं? कौन से अक्षरों का पार्श्व-परिवर्तन स्पष्टत: दिखाई देता है? आप किसी भी वर्णमाला के अक्षरों के साथ यह क्रियाकलाप कर सकते हैं।

### समतल दर्पण के उपयोग

हम समतल दर्पणों का उपयोग मुख्य रूप से यह जानने के लिए करते हैं कि हम कैसे दिखाई देते हैं। हम स्वयं को दर्शनीय बनाने के लिए भी इनका उपयोग करते हैं। किसी अच्छे समतल दर्पण द्वारा अधिकांश प्रकाश परावर्तित होना चाहिए तथा इसके अल्प अंश को ही अवशोषित करना चाहिए। यही कारण है कि दर्पण की सतह को रजतित किया जाता है। यही कारण है कि अन्य परावर्तक पृष्ठों तथा स्वच्छ जल द्वारा बना हमारा प्रतिबिंब उतना स्पष्ट नहीं होता जितना किसी दर्पण में बना प्रतिबिंब। यद्यपि ऐसे पृष्ठ भी दर्पण की भाँति कार्य करते हैं। तथापि उनके द्वारा प्रकाश का अधिकांश भाग या तो अवशोषित कर लिया जाता है या संचरित कर दिया जाता है। दर्पण अनेक संयंत्रों तथा प्रकाशिक यंत्रों में उपयोग किए जाते हैं।

गंभीर रूप से बीमार रोगियों को ले जाने वाले रोगी वाहनों (ऐंबुलेंस) के सामने आपने लिखा देखा होगा (चित्र 11.14)। जब रोगी वाहन के आगे जाने वाले वाहनों के चालक अपने पीछे का दृश्य देखने वाले दर्पण में देखता है तो उस पर लिखा शब्द AMBULANCE उसे स्पष्ट दिखाई देता है। सड़क पर चल रहे किसी भी वाहन के चालक का यह कर्तव्य होता है कि



*चित्र 11.14 रोगी वाहन*

वह रोगी वाहन का रास्ता रोके बिना उसे आगे जाने दे। आँखों की जाँच करने में उपयोग किए जाने वाले चार्ट की मानक दूरी सुनिश्चित करने के लिए भी कभी-कभी समतल दर्पण का उपयोग किया जाता है। ऐसे चार्ट में अक्षर इस प्रकार लिखे होते हैं कि दर्पण में उनके प्रतिबिंब सीधे दिखाई दें।

जब दो दर्पणों को किसी कोण पर झुका कर रखा जाता है तो वे किसी वस्तु का एक से अधिक प्रतिबिंब बना सकते हैं। ऐसा इसलिए हो पाता है, क्योंकि एक दर्पण द्वारा बनाया गया प्रतिबिंब दूसरे दर्पण के लिए वस्तु का कार्य करता है।

## क्रियाकलाप 9

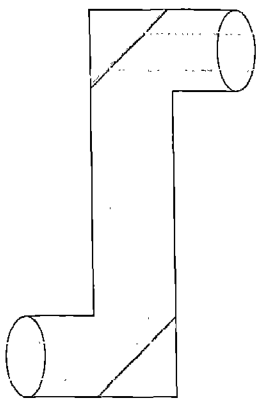
मेज पर सफेद कागज की एक शीट बिछाइए। एक-दूसरे से 60° का कोण बनाती हुई दो रेखाएँ खींचिए। दो समतल दर्पण लीजिए और इन्हें 60° का कोण बनाती हुई इन रेखाओं के अनुदिश रखिए। दर्पणों को इस प्रकार रखना चाहिए कि उनके ऊर्ध्वाधर कोर एक-दूसरे को कोण के शीर्ष पर स्पर्श करें। अब इन दर्पणों के बीच के स्थान में एक रुपए का एक सिक्का रखिए। दर्पणों में देखिए। दर्पणों में दिखाई देने वाले प्रतिबिंबों की संख्या की गणना कीजिए। आप देखेंगे कि कुल पांच प्रतिबिंब बन रहे हैं।

आप दर्पणों के बीच के कोण को कम या अधिक कर सकते हैं। देखिए कि दोनों ही अवस्थाओं में प्रतिबिंबों की संख्या पर क्या प्रभाव पड़ता है। यदि दर्पणों को एक-दूसरे के समांतर रखा जाए तो क्या होगा? इस अवस्था में दर्पणों के बीच का कोण शून्य होगा। वास्तव में ऐसे समांतर दर्पण इनके बीच रखी वस्तु के बहुत बड़ी संख्या में प्रतिबिंब बनाते हैं। आप में से अधिकांश ने इस प्रकार के दर्पणों का प्रबंध कुछ बड़ी-बड़ी दुकानों में अथवा बाल काटने की दुकानों में अवश्य देखा होगा।

*कुछ दुकानों पर आप दो दर्पणों को 90° का कोण बनाते हुए रखा हुआ देख सकते हैं। दर्पणों के इस प्रकार के प्रबंध में आप तीन प्रतिबिंब देख पाएँगे। बीच का प्रतिबिंब दर्पणों के उन किनारों के दोनों ओर बना हुआ दिखाई देता है जो एक दूसरे के संपर्क में हैं। आपको यह देखकर आश्चर्य होगा कि यदि आप अपना बायाँ हाथ ऊपर उठाते हैं तो बीच में बना प्रतिबिंब भी अपना बायाँ हाथ ही ऊपर उठाता है। दर्पणों के इस प्रबंध में आपका प्रतिबिंब आपको ऐसा ही दिखाई देगा जैसे कि आप दूसरों को दिखाई देते हैं। इसका कारण यह है कि प्रत्येक दर्पण दूसरे दर्पण द्वारा बने प्रतिबिंब का पुनः प्रतिबिंब बनाता है। दोनों दर्पणों द्वारा बने प्रतिबिंब के प्रतिबिंब एक-दूसरे के ऊपर बनते हैं जिससे तीसरा प्रतिबिंब बनता है। चूंकि इस प्रतिबिंब के बनने में दो बार पार्श्व-परिवर्तन होता है, अतः वस्तु के सापेक्ष इसका कोई पार्श्व-परिवर्तन नहीं होता।*

आनत दर्पणों में बहुलित परावर्तन के सिद्धांत पर आधारित एक मनोरंजक युक्ति है जिसे बहुमूर्तिदर्शी (कैलाइडोस्कोप) कहते हैं। इसमें तीन समतल दर्पण एक-दूसरे से 60° का कोण बनाते हुए रखे जाते हैं। दर्पणों का यह प्रबंध प्रायः एक बेलनाकार डिब्बे में रखा जाता है जिसके एक सिरे पर रंगीन काँच के कुछ टुकड़े रखे रहते हैं। जब दूसरे सिरे से देखते हैं तो दर्पणों द्वारा बने काँच के टुकड़ों के बहुलित प्रतिबिंबों के कारण एक सुंदर पैटर्न दिखाई देता है। बहुमूर्तिदर्शी को घुमाने पर काँच के टुकड़ों तथा उनके प्रतिबिंबों द्वारा बना पैटर्न परिवर्तित होता रहता है।

समतल दर्पणों का उपयोग परिदर्शी (पेरिस्कोप) नामक युक्ति में भी किया जाता है। परिदर्शी का उपयोग उन वस्तुओं को देखने के लिए किया जाता है जो हमारी दृष्टि-रेखा की सीध में नहीं होती। उदाहरण के लिए इसका उपयोग पनडुब्बियों से पानी की सतह के जहाजों को देखने के लिए किया जाता है। चित्र 11.15 में परिदर्शी में लगे दर्पणों की व्यवस्था तथा इसकी कार्यविधि समझाई गई है।



*चित्र 11.15 परिदर्शी (पेरिस्कोप)*

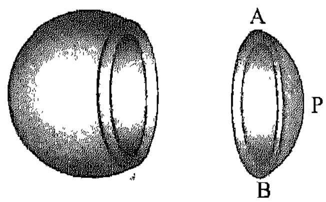
**इन्हें उत्तर दीजिए**

1. नियमित परावर्त क्या होता है?
2. परावर्तन के नियम लिखिए।
3. समतल दर्पण द्वारा बनाए गए प्रतिबिंब के चार लक्षण बताइए।
4. परिदर्शी की कार्यविधि का वर्णन कीजिए। इसके क्या उपयोग हैं?

## 11.6 गोलीय दर्पण

हम जानते हैं कि किसी समतल दर्पण में किसी वस्तु का बना प्रतिबिंब सीधा होता है तथा वस्तु के आकार जितना ही होता है। यदि परावर्तक पृष्ठ समतल न हो वरन् वक्रित हों तो इनसे बने प्रतिबिंब अत्यंत मनोरंजक होते हैं। अपने चेहरे को किसी बड़ी साइज की चमकदार चम्मच में देखने का प्रयत्न कीजिए। आप क्या देखते हैं? आपको अपना प्रतिबिंब दिखाई देगा लेकिन आकार में या तो छोटा या बड़ा। अब चम्मच के जिस पृष्ठ में अपना प्रतिबिंब देख रहे हैं उसे उलट दीजिए तथा फिर से इसमें देखिए। इस बार आप अपने प्रतिबिंब के आकार को पहले देखे आकार से विपरीत पाएँगे। चम्मच किसी ऐसे दर्पण की भाँति कार्य करती है जिसका पृष्ठ वक्रित है। गोलीय दर्पण वक्रित पृष्ठ वाले दर्पणों के सबसे अधिक सामान्य उदाहरण हैं।

कोई गोलीय दर्पण वास्तव में किसी खोखले गोले का भाग माना जा सकता है। यदि हम चित्र 11.16 में दर्शाए अनुसार रबड़ की किसी गेंद को चाकू से काटें, तो हमें इसका एक खंड APB मिल

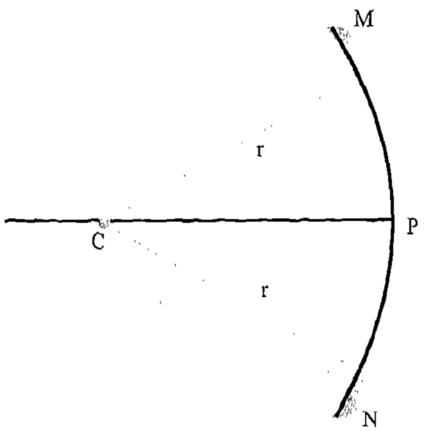



*चित्र 11.16 गोलीय दर्पण को किसी गोले का भाग माना जा सकता है*

जाएगा। खंड APB एक गोले का भाग है। इसके दो पृष्ठ अथवा सतह हैं। भीतरी सतह (पृष्ठ) अवतल कहलाती है तथा बाहरी सतह उत्तल है। यदि हमारे पास इसी आकार का काँच का एक टुकड़ा हो और हम इसकी भीतरी सतह को रजतित कर दें तो हमें **अवतल दर्पण** प्राप्त होगा। दूसरी ओर यदि हम उत्तल पृष्ठ (बाहरी सतह) को रजतित करें तो हमें **उत्तल दर्पण** प्राप्त होगा। अब आप समझ गए होंगे कि चम्मच की भीतरी सतह अवतल दर्पण की भाँति कार्य करती है जब कि इसकी बाहरी सतह उत्तल दर्पण की भाँति कार्य करती है।

चित्र 11.17 में कोई अवतल दर्पण MN दर्शाया गया है। इसके परावर्तक तल के मध्य बिंदु को दर्पण

का ध्रुव कहते हैं जिसे प्रायः P अक्षर से दर्शाते हैं। जिस गोले का गोलीय दर्पण एक भाग है उसके केंद्र को **वक्रता केंद्र** कहते हैं। इसे C अक्षर से दर्शाया गया है। अवतल दर्पण का वक्रता केंद्र दर्पण के सामने की ओर तथा उत्तल दर्पण का वक्रता केंद्र दर्पण के पीछे की ओर होता है। बिंदु C (वक्रता केंद्र) तथा P (ध्रुव) को मिलाने वाली सीधी रेखा को दर्पण का **मुख्य अक्ष** कहते हैं।

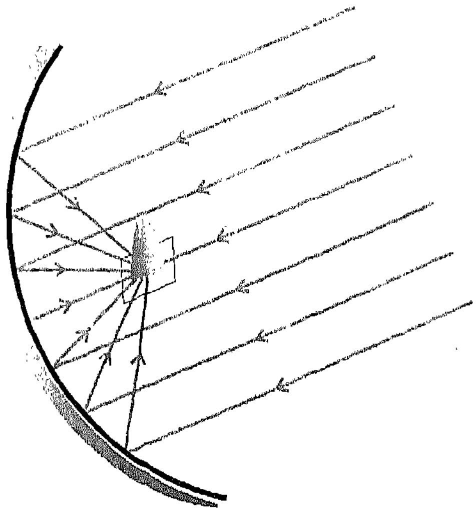



*चित्र 11.17 किसी अवतल दर्पण का ध्रुव तथा वक्रता केंद्र*

हम जानते हैं कि समतल दर्पण द्वारा बना प्रतिबिंब सदैव वस्तु के आकार जितना ही होता है। समतल दर्पण में वस्तु का प्रतिबिंब दर्पण के पीछे उतनी ही दूरी पर बनता है जितनी दूरी पर वस्तु इसके सामने रखी होती है। इस प्रतिबिंब को पर्दे पर प्राप्त नहीं किया जा सकता। लेकिन यह बात अवतल दर्पण द्वारा बनाए गए प्रतिबिंब के लिए सही नहीं है। आइए, एक क्रियाकलाप करें।

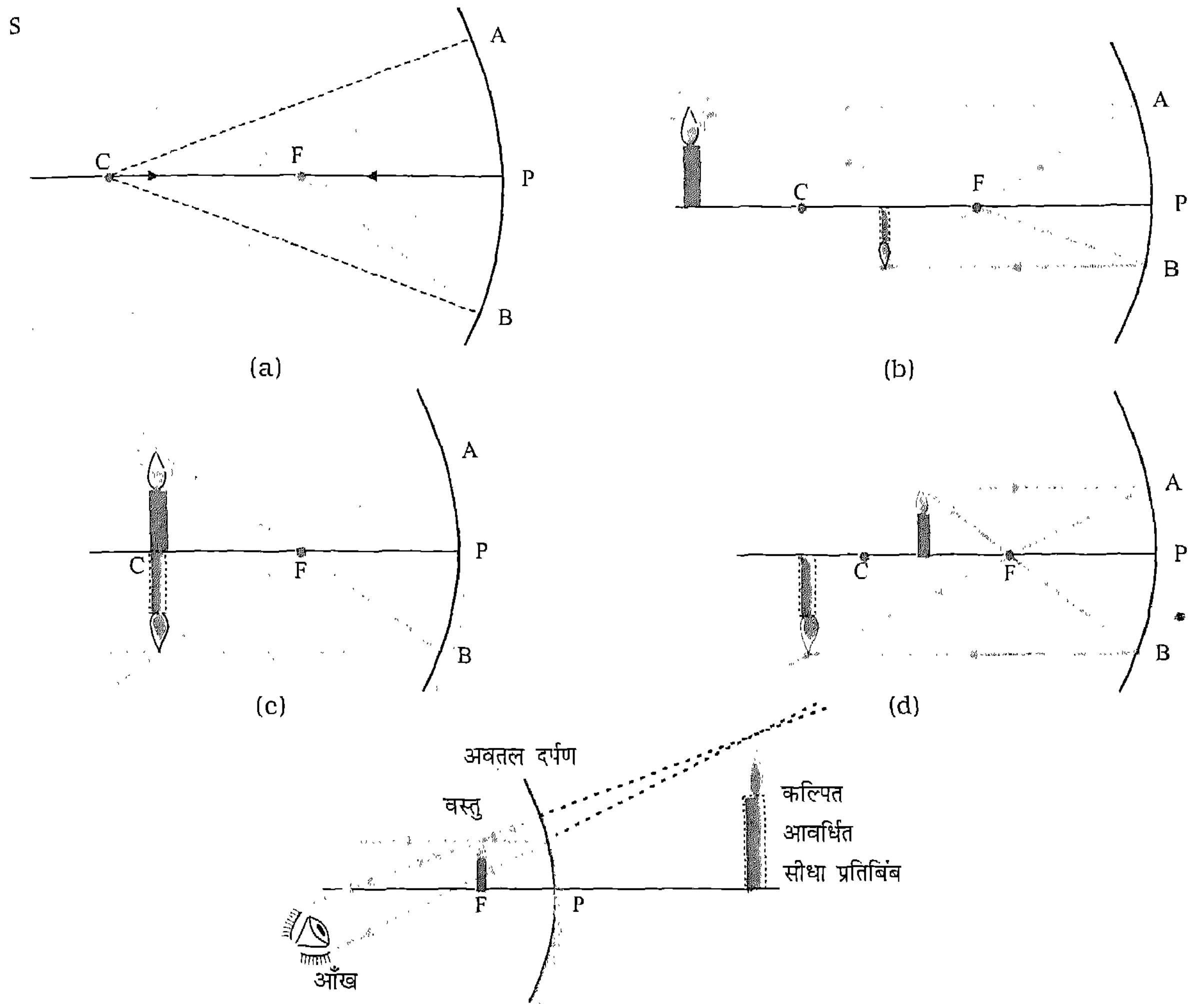
## क्रियाकलाप 10

एक अवतल दर्पण लीजिए और इसके परावर्तक पृष्ठ को सूर्य की ओर रखिए। दर्पण सूर्य के प्रकाश को परावर्तित करेगा। दर्पण द्वारा परावर्तित प्रकाश को कागज की एक शीट पर प्राप्त करने का प्रयास कीजिए। कागज की शीट को तब तक आगे-पीछे कीजिए जब तक कि इस पर पड़ने वाला परावर्तित प्रकाश एक चमकीले बिंदु के रूप में प्राप्त हो जाए। कागज की दूरी को इस प्रकार समायोजित कीजिए जिससे कि यह बिंदु स्पष्ट तथा तीक्ष्ण हो जाए। यदि आप दर्पण तथा कागज की शीट को कुछ मिनट के लिए स्थिर रखेंगे तो कागज जलने लगेगा (चित्र 11.18)। वास्तव में कागज की शीट पर यह चमकीला बिंदु सूर्य का प्रतिबिंब है। इस बिंदु को दर्पण का **फोकस** कहते हैं [चित्र 11.19 (a)]। यह प्रतिबिंब वास्तविक है क्योंकि यह पर्दे पर बनता है।



*चित्र 11.18 अवतल दर्पण के फोकस पर सूर्य का वास्तविक प्रतिबिंब बनता है*

अब दर्पण को किसी स्टैंड पर लगाइए और इसे मेज पर इस प्रकार रखिए कि यह ऊर्ध्वाधर रहे। मेज पर एक मोमबत्ती दर्पण के वक्रता केंद्र से थोड़ी अधिक दूरी पर रखिए। मोमबत्ती जलाइए। कागज की किसी शीट या श्वेत बोर्ड के पर्दे पर मोमबत्ती




*चित्र 11.19 (a) से (e) अवतल दर्पण द्वारा बना प्रतिबिंब इसके सापेक्ष वस्तु की स्थिति के अनुसार बदलता है*

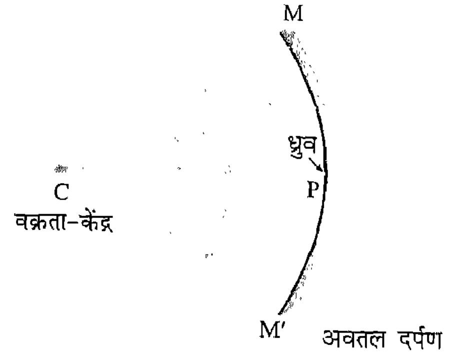
का प्रतिबिंब प्राप्त करने का प्रयत्न कीजिए। ऐसा करने के लिए आपको पर्दे को दर्पण की ओर या इससे दूर हटाना पड़ सकता है। आप देखेंगे कि मोमबत्ती का प्रतिबिंब उल्टा तथा आकार में उससे कुछ छोटा है [चित्र 11.19 (b)]। मोमबत्ती को दर्पण के निकट लाइए। फिर से पर्दे को हटाकर इस पर मोमबत्ती का प्रतिबिंब प्राप्त कीजिए। आप देखेंगे कि प्रतिबिंब दर्पण से दूर चला जाता है। मोमबत्ती को दर्पण की ओर लाते रहिए जब तक कि इसका प्रतिबिंब लगभग उसी जगह न बन जाए जहाँ मोमबत्ती रखी है। यह दर्पण के वक्रता केंद्र की स्थिति है [चित्र 11.19 (c)]।

मोमबत्ती को दर्पण के और निकट लाइए और इसके प्रतिबिंब को देखिए। आप देखेंगे कि यह वक्रता केंद्र के परे बनता है [चित्र 11.19 (d)]। यह प्रतिबिंब उल्टा है तथा आकार में वस्तु से बड़ा है। आप मोमबत्ती को दर्पण के मुख्य अक्ष के किसी भी स्थान पर रखकर इसका प्रतिबिंब पर्दे पर प्राप्त करने का प्रयत्न कीजिए। आप देखेंगे कि मोमबत्ती की कुछ स्थितियों में प्रतिबिंब सीधा

बनता है तथा इसे पर्दे पर प्राप्त नहीं किया जा सकता। यह प्रतिबिंब वस्तु से बड़ा है तथा दर्पण के पीछे बनता है। यह **आभासी प्रतिबिंब** है [चित्र 11.19(e)]।

इस प्रकार हमने देखा कि अवतल दर्पण द्वारा बने प्रतिबिंब की स्थिति तथा आकार वस्तु की दूरी के अनुसार बदलती रहती है। वस्तु की विभिन्न स्थितियों के लिए बनने वाला प्रतिबिंब सीधा या उल्टा तथा वास्तविक या आभासी हो सकता है।

अवतल दर्पण द्वारा प्रतिबिंबों के बनने को समझने के लिए हम किरण आरेखों की सहायता ले सकते हैं। गोलीय दर्पण में कोई भी रेखा जो वक्रता केंद्र C तथा दर्पण के किसी बिंदु को मिलाती है, इसकी सतह के उस बिंदु पर अभिलंब होती है। इसलिए बिंदु C से गुजरने वाली कोई आपतित किरण सदैव दर्पण की सतह पर अभिलंब होगी। इसका अर्थ यह हुआ कि इस प्रकार की सभी किरणों के लिए आपतन कोण का मान शून्य होगा। इसलिए सभी किरणें, जो बिंदु C से होकर गुजरती हैं, उसी दिशा में वापस परावर्तित हो जाएँगी (चित्र 11.20)। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि इन किरणों के लिए परावर्तन कोण शून्य है।




***चित्र 11.20** किसी गोलीय दर्पण के वक्रता केंद्र से गुजरने वाली किरणें उसी पथ के अनुदिश वापस परावर्तित हो जाती हैं*

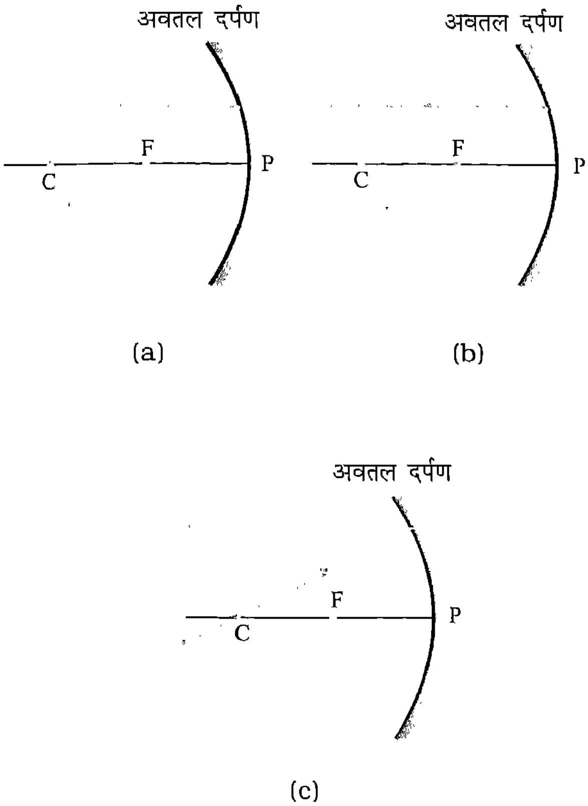
## *क्रियाकलाप 11*

कागज की एक बड़ी शीट लीजिए। इस पर लगभग 10 cm त्रिज्या का एक वृत खींचिए। इसके केंद्र को C से दर्शाइए। C से गुजरने वाली एक सीधी रेखा खींचिए जो वृत पर किसी बिंदु P से मिले। बिंदु P के दोनों ओर बराबर दूरी पर दो बिंदु A तथा B अंकित कीजिए। वृत के खंड APB को छोड़कर बाकी हिस्से को रबड़ से मिटा दीजिए [चित्र 11.19 (a)]। चाप APB में यदि अंदर की सतह परावर्तक है तो यह एक अवतल दर्पण को निरूपित करेगा। इस अवस्था में बिंदु P इसका ध्रुव होगा, बिंदु C वक्रता केंद्र तथा रेखा PC दर्पण की मुख्य अक्ष होगी। मान लीजिए प्रकाश की कोई किरण रेखा SA के अनुदिश, जो मुख्य अक्ष के समांतर है, दर्पण पर आपतित होती है। CA को मिलाइए। आप जानते हैं कि दर्पण की सतह के बिंदु A पर, CA अभिलंब है। इसलिए कोण $\angle SAC$ आपतन कोण होगा। $\angle SAC$ के बराबर $\angle CAF$ बनाइए। किरण आरेख में रेखा AF परावर्तित किरण की दिशा को दर्शाती है। यदि आप मुख्य अक्ष के समांतर SA जैसी, विभिन्न आपतित किरणों को दर्शाते हुए कुछ अन्य रेखाएँ खींचें, तो आप देखेंगे कि सभी परावर्तित किरणें मुख्य अक्ष के बिंदु F से होकर गुजरेंगी। इस बिंदु F को **मुख्य फोकस** कहते हैं। PF तथा FC की लंबाईयाँ मापिए। आप देखेंगे कि ये बराबर हैं।

इस प्रकार मुख्य अक्ष के समांतर किसी आपतित किरण की संगत परावर्तित किरण ज्ञात करने की एक सरल विधि हमें प्राप्त हो गई। नोट कीजिए कि यह निष्कर्ष हमने परावर्तन के नियमों का अनुप्रयोग करके प्राप्त किया है। यदि प्रकाश की कोई किरण गोलीय दर्पण पर इसके फोकस से गुजर कर आपतित होती है तो यह मुख्य अक्ष के समांतर परावर्तित होती है।

अब हम किसी गोलीय दर्पण द्वारा बनने वाले प्रतिबिंब का किरण आरेख खींचने के लिए आवश्यक चरणों का निम्नलिखित रूप में संक्षेपण कर सकते हैं:

- मुख्य अक्ष के समांतर प्रकाश की किरण दर्पण से परावर्तन के पश्चात् फोकस से होकर गुजरती है [चित्र 11.21 (a)]।
- दर्पण के फोकस से गुजरने वाली प्रकाश की किरण परावर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष के समांतर हो जाती है [चित्र 11.21 (b)]।
- दर्पण के वक्रता केंद्र से गुजरने वाली प्रकाश की किरण दर्पण से परावर्तन के पश्चात् उसी मार्ग से वापस लौट जाती है [चित्र 11.21(c)]।




*चित्र 11.21* (a) *मुख्य अक्ष के समांतर* (b) *मुख्य फोकस से गुजरती हुई तथा* (c) *वक्रता केंद्र से गुजरती* हुई आपतित किरणों की संगत परावर्तित किरणें

किरण आरेख बनाने के लिए तथा किसी बिंदु स्रोत के प्रतिबिंब की स्थिति ज्ञात करने के लिए उपरोक्त तीन किरणों में से कोई भी दो किरणें पर्याप्त हैं। आपको याद होगा कि किसी वस्तु के प्रत्येक बिंदु से प्रकाश की किरणें सभी दिशाओं में विस्तारित होती हैं। लेकिन इन सभी की संगत परावर्तित किरणें एक ही बिंदु से होकर गुजरती हैं, जहाँ पर दिए हुए बिंदु का प्रतिबिंब बनता है।

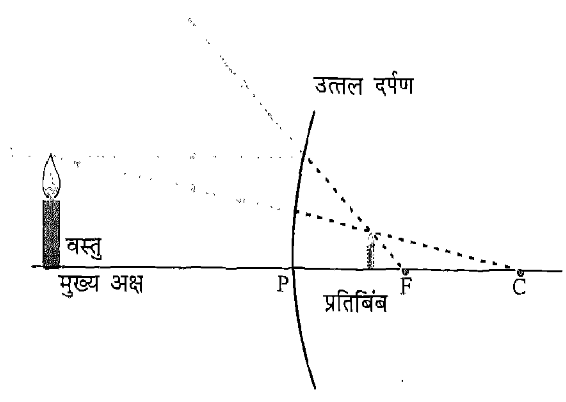
अब हम चित्र 11.19 (b) से (e) में दिखाई गई किसी वस्तु की विभिन्न स्थितियों के लिए अवतल दर्पण द्वारा बनाए गए प्रतिबिंबों के किरण आरेखों को समझ सकते हैं। वस्तु की विभिन्न स्थितियाँ हैं: C से परे, C पर, C तथा F के बीच और F तथा P के बीच। इन किरण आरेखों का ध्यानपूर्वक अध्ययन कीजिए और इन्हें अपनी नोटबुक में बनाइए। आप देखेंगे कि यदि वस्तु फोकस से दूर रखी गई है तो दर्पण से परावर्तन के पश्चात् किरणें वास्तव में मिलती हैं। ऐसी स्थिति में वास्तविक प्रतिबिंब बनता है [चित्र 11.19 (a) (b), (c) तथा (d)]। वास्तविक प्रतिबिंब पर्दे पर प्राप्त किया जा सकता है। लेकिन यदि वस्तु F तथा P के बीच में रखी जाती है तो

परावर्तित किरणें वास्तव में नहीं मिलती [चित्र 11. 19 (e)]। लेकिन वे दर्पण के पीछे मिलती हुई प्रतीत होती हैं। ऐसी स्थिति में आभासी प्रतिबिंब बनता है। आभासी प्रतिबिंब को पर्दे पर प्राप्त नहीं किया जा सकता। अब सारणी 11.1 को पूरा कीजिए।

**सारणी 11.1**
**अवतल दर्पण द्वारा बनाए गए किसी वस्तु के प्रतिबिंब की स्थिति, प्रकृति तथा आकार**

| *वस्तु की स्थिति* | *प्रतिबिंब की स्थिति* | *प्रतिबिंब की प्रकृति* | *प्रतिबिंब का आकार* |
|---|---|---|---|
| C से परे | C तथा F के बीच में | वास्तविक तथा उल्टा | वस्तु से छोटा |
| C पर | | | |
| C तथा F के बीच | | | |
| F तथा P के बीच | दर्पण के पीछे | आभासी तथा सीधा | वस्तु से बड़ा |

उत्तल दर्पण द्वारा बनाया गया प्रतिबिंब सदैव आभासी, सीधा तथा आकार में वस्तु से छोटा होता है। चित्र 11.22 में किसी उत्तल दर्पण द्वारा किसी वस्तु के प्रतिबिंब को दर्शाया गया है। वस्तु की अन्य स्थितियों के लिए किरण आरेख खींचिए। यद्यपि




***चित्र 11.22*** *उत्तल दर्पण द्वारा बनाए गए प्रतिबिंब को दर्शाने के लिए किरण आरेख*

उत्तल दर्पण वस्तु से छोटा प्रतिबिंब बनाता है, फिर भी यह बड़े क्षेत्र का प्रतिबिंब बनाता है। यही कारण है कि उत्तल दर्पण का उपयोग साइकिलों तथा स्वचालित वाहनों में ड्राइवरों द्वारा अपने पीछे के वाहनों को देखने के लिए किया जाता है। अवतल दर्पणों का उपयोग टॉर्च तथा सर्चलाइट में प्रकाश को दूर तक फैलाने में किया जाता है। दंत विशेषज्ञ इनका उपयोग दाँतों का बड़ा प्रतिबिंब प्राप्त करके उन्हें अच्छी प्रकार देखने के लिए करते हैं।

**इन्हें उत्तर दीजिए**

1. किसी अवतल दर्पण का वक्रता केंद्र कैसे ज्ञात करेंगे?
2. अवतल दर्पण के मुख्य फोकस को परिभाषित कीजिए।
3. अवतल दर्पण में क्रमशः C तथा F से गुजरने वाली आपतित किरणों की संगत परावर्तित किरणें दर्शाने के लिए नामांकित चित्र बनाइए।
4. अवतल दर्पण के दो उपयोग बताइए।

## 11.7 पौधों तथा अन्य सजीवों पर प्रकाश का प्रभाव

आपने पिछली कक्षा में पौधों तथा जंतुओं पर प्रकाश के प्रभाव के बारे में अध्ययन किया है। पौधे अपना भोजन संश्लेषित करने के लिए प्रकाश ऊर्जा का उपयोग करते हैं। प्रकाश सजीवों के लिए उद्दीपक का कार्य करता है। किसी प्रकाशानुवर्ती पौधे का प्ररोह अग्रक प्रकाश की ओर अग्रसर होता है। तिलचट्टे (कॉक्रोच) तथा केंचुए जैसे जंतु प्रकाश से दूर अँधेरे क्षेत्रों की ओर भागते हैं।

**इन्हें उत्तर दीजिए**

1. पौधों पर प्रकाश के दो प्रभाव बताइए।
2. किसी ऐसे जंतु का नाम बताइए जो प्रकाश से दूर भागता है।

प्रमुख शब्द

आपतन कोण, परावर्तन कोण, वक्रता केंद्र, अवतल दर्पण, उत्तल दर्पण, विसरित परावर्तन, ग्रहण, प्रतिबिंब, आपतित किरण, बहुमूर्तिदर्शी, दर्पण, अभिलंब, अवरोध, अपारदर्शी, प्रच्छाया, उपच्छाया, परिदर्शी, सूचीछिद्र कैमरा, वस्तु, बिंदु, स्रोत, ध्रुव, मुख्य अक्ष, मुख्य फोकस, किरण आरेख, प्रकाश किरण, वास्तविक प्रतिबिंब, ऋजुरेखीय संचरण, नियमित परावर्तन, प्रकीर्णन, पर्दा, प्रकाश स्रोत, प्रकाश की चाल, गोलीय दर्पण, पारभासी, पारदर्शी, आभासी प्रतिबिंब।

## सारांश

जिस वस्तु का अपना प्रकाश होता है, प्रकाश स्रोत कहलाती है। प्रकाश स्रोत प्राकृतिक तथा मानव निर्मित होते हैं।

किसी प्रकाश स्रोत से पड़ने वाले प्रकाश को वस्तुएँ विस्तारित कर देती हैं जिसके कारण हम उन्हें देख पाते हैं।

प्रकाश सीधी रेखा में चलता है। यह प्रकाश का ऋजुरेखीय संचरण कहलाता है।

सूचीछिद्र कैमरे से प्रतिबिंब का बनना, प्रकाश के ऋजुरेखीय संचरण के आधार पर समझाया जा सकता है।

जिन पदार्थों के आर-पार हम स्पष्ट देख सकते हैं वे पारदर्शी कहलाते हैं।

पारदर्शी पदार्थ प्रकाश को लगभग पूरी तरह अपने भीतर से गुजरने देते हैं।

जो पदार्थ अपने भीतर से प्रकाश को बिल्कुल नहीं गुजरने देते वे अपारदर्शी पदार्थ कहलाते हैं।

जो पदार्थ प्रकाश के केवल थोड़े से भाग को ही संचरित करते हैं, वे पारभासी कहलाते हैं।

प्रकाश स्रोत की उपस्थिति में, अपारदर्शी वस्तुएँ प्रकाश के संचरण में अवरोध का कार्य करती हैं जिससे प्रच्छाया और उपच्छाया के रूप में छायाएँ बनती हैं।

किसी अपारदर्शी वस्तु के दूसरी ओर का वह क्षेत्र जिसमें प्रकाश स्रोत के किसी भी भाग से प्रकाश नहीं पहुँच पाता तथा पूरी तरह अदीप्त होता है, प्रच्छाया कहलाता है।

किसी अपारदर्शी वस्तु के दूसरी ओर का वह क्षेत्र जिसमें प्रकाश स्रोत के कुछ भागों से तो प्रकाश पहुँचता है परंतु सभी भागों से प्रकाश नहीं पहुँचता उपच्छाया कहलाता है।

चंद्र ग्रहण तथा सूर्य ग्रहण क्रमशः पृथ्वी तथा चंद्रमा की छायाओं के कारण पड़ते हैं।

जब प्रकाश किसी पॉलिश की हुई सतह पर पड़ता है तो किसी सुनिश्चित रूप में उसकी दिशा में परिवर्तन हो जाता है। इसे नियमित परावर्तन कहते हैं।

जब प्रकाश बिना पॉलिश की हुई सतह पर पड़ता है तो वह किसी सुनिश्चित दिशा में नहीं जाता। इसे विसरित परावर्तन कहते हैं।

परावर्तन के दो नियम हैं। पहले नियम के अनुसार, आपतित किरण, परावर्तित किरण तथा आपतन बिंदु पर अभिलंब एक ही तल में होते हैं। दूसरे नियम के अनुसार आपतन कोण सदैव परावर्तन कोण के बराबर होता है।

समतल दर्पण में, परावर्तित किरणें दर्पण के पीछे रखी किसी वस्तु से आती प्रतीत होती हैं। इसे वस्तु का आभासी प्रतिबिंब कहते हैं।

पॉलिश की हुई वक्रित पृष्ठों के लिए भी परावर्तन के नियम लागू होते हैं।

वक्रित परावर्तक पृष्ठों में विभिन्न आपतन बिंदुओं पर अभिलंब अलग-अलग दिशाओं में होते हैं।

गोलीय सतह के किसी एक सतह को पॉलिश करने पर गोलीय दर्पण बनते हैं।

गोलीय दर्पण दो प्रकार के होते हैं: अवतल तथा उत्तल। दर्पण का प्रकार इस बात पर निर्भर करता है कि इसके किस पृष्ठ को रजतित किया गया है।

उस गोले का केंद्र जिसका गोलीय दर्पण एक भाग है, वक्रता केंद्र कहलाता है।

गोलीय दर्पण के प्रत्येक बिंदु को उसके वक्रता केंद्र से मिलाने वाली रेखा उस बिंदु पर दर्पण की सतह के अभिलंब होती है।

मुख्य अक्ष के समांतर आपतित किरणें दर्पण से परावर्तन के पश्चात् जिस बिंदु से होकर गुजरती हैं या आती हुई प्रतीत होती हैं, उसे गोलीय दर्पण का फोकस कहते हैं।

जब परावर्तित किरणें दर्पण के सामने वास्तव में मिलती हैं, वे वास्तविक प्रतिबिंब बनाती हैं। वास्तविक प्रतिबिंब पर्दे पर प्राप्त किया जा सकता है।

मुख्य अक्ष के समांतर प्रकाश की किरण किसी गोलीय दर्पण से परावर्तन के पश्चात् फोकस से होकर गुजरती है अथवा गुजरती हुई प्रतीत होती है।

दर्पण के फोकस से गुजरने वाली अथवा गुजरती हुई प्रतीत होने वाली प्रकाश की किरण परावर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष के समांतर हो जाती है।

दर्पण के वक्रता केंद्र से गुजरने वाली अथवा गुजरती हुई प्रतीत होने वाली प्रकाश की किरणें दर्पण से परावर्तन के पश्चात् उसी मार्ग से वापस लौट जाती हैं।

अवतल दर्पणों का उपयोग दाँतों के डाक्टरों द्वारा तथा प्रकाशिक यंत्रों में किया जाता है।

अवतल दर्पण में जब वस्तु को इसके फोकस से दूर रखते हैं तो वास्तविक तथा उल्टा प्रतिबिंब बनता है लेकिन जब वस्तु को दर्पण तथा फोकस के बीच में रखते हैं तो आभासी, सीधा तथा वस्तु से बड़ा प्रतिबिंब बनता है।

उत्तल दर्पण को स्वचालित वाहनों में पीछे के दृश्य को देखने के लिए उपयोग में लाया जाता है। उत्तल दर्पण का उपयोग अधिक क्षेत्रफल का दृश्य प्राप्त करने के लिए भी किया जाता है।

उत्तल दर्पण सदैव छोटा तथा आभासी प्रतिबिंब बनाते हैं।

प्रकाश पौधों तथा जंतुओं को भी प्रभावित करता है।

## अभ्यास

1. प्रकाश के चार विभिन्न स्रोतों के नाम लिखिए।
2. किसी स्थान से दूसरे स्थान तक प्रकाश किस प्रकार गमन करता है?
3. किसी सूचीछिद्र कैमरे में प्रतिबिंब उल्टा क्यों बनता है?
4. पारदर्शी तथा पारभासी पदार्थों में कोई एक अंतर बताइए।
5. विद्युत् बल्ब से प्रकाशित किसी कमरे में, यह पाया गया कि कमरे के बीच में लटके छत के पंखे की छाया दरवाजे के सामने की दीवार पर पड़ रही है। बल्ब की स्थिति के बारे में आप किस कथन को सही कहेंगे?
   (i) जब आप कमरे में प्रवेश करते हैं तो बल्ब आपके दाईं ओर की दीवार पर लगा होगा।
   (ii) जब आप कमरे में प्रवेश करते हैं तो बल्ब आपके बाईं ओर की दीवार पर लगा होगा।
   (iii) बल्ब दरवाजे के सामने की दीवार पर लगा होगा।
   (iv) बल्ब उस दीवार पर लगा होगा जिस पर दरवाजा है।
6. प्रच्छाया तथा उपच्छाया प्रत्येक के दो लक्षण बताइए।
7. आंशिक (खंड) चंद्र ग्रहण की घटना का स्पष्ट रूप से वर्णन कीजिए तथा इसका कारण बताइए।

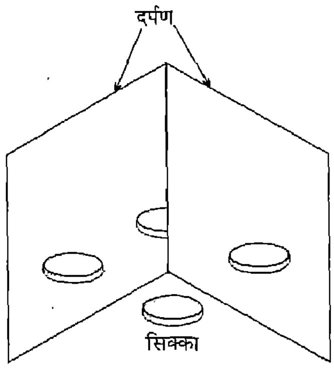
8. पूर्ण सूर्य ग्रहण की घटना का स्पष्ट रूप से वर्णन कीजिए तथा इसका कारण बताइए।

9. नियमित तथा विसरित परावर्तन में अंतर स्पष्ट कीजिए।

10. आभासी प्रतिबिंब क्या होता है? आभासी प्रतिबिंब का एक उदाहरण दीजिए।

11. समतल दर्पण में प्रकाश के किसी बिंदु स्रोत के आभासी प्रतिबिंब के बनने को समझने के लिए एक किरण आरेख बनाइए।

12. चित्र 11.23 में दोनों दर्पणों से परावर्तन के पश्चात् सिक्के के अंतिम प्रतिबिंब को पूरा कीजिए।




*चित्र 11.23 90° पर झुके दो दर्पणों द्वारा बनने वाले प्रतिबिंब*

13. चित्र द्वारा किसी अवतल दर्पण के वक्रता केंद्र तथा फोकस की स्थिति प्रदर्शित कीजिए।

14. किसी अवतल दर्पण के फोकस को दर्शाने के लिए किरण आरेख खींचिए।

15. किसी उत्तल दर्पण के फोकस की स्थिति दर्शाने के लिए किरण आरेख खींचिए।

16. किसी वस्तु के वास्तविक प्रतिबिंब से क्या अभिप्राय है?

17. कोई दो स्थितियाँ बताइए जिनमें किसी वस्तु का वास्तविक प्रतिबिंब बनता हो।

18. अवतल तथा उत्तल दर्पणों का एक-एक उपयोग लिखिए।

19. कल्पना कीजिए कि आप किसी बेलनाकार खंबे में देख रहें हैं जिस पर कोई ऐसा चमकदार कागज चढ़ा है जिससे परावर्तन हो सकता है। इस प्रकार के प्रबंध को बेलनाकार दर्पण कहते हैं। ऐसे दर्पण में अपने प्रतिबिंब का वर्णन कीजिए। अपने प्रतिबिंब की ऊँचाई तथा चेहरे के प्रतिबिंब की चौड़ाई की व्याख्या कीजिए।

20. बताइए कि निम्नलिखित कथन सत्य हैं अथवा असत्य :

    (i) सूर्य के प्रकाश में किसी वस्तु की स्पष्ट छाया का बनना प्रकाश के ऋजुरेखीय संचरण का प्रमाण है।

(ii) हम आकाश में ऊँचाई पर उड़ते हुए हवाई जहाज की छाया नहीं देख पाते क्योंकि सूर्य प्रकाश का एक बिंदु स्रोत है।

(iii) प्रतिदीप्ति नलिका (ट्यूब लाइट) प्रकाश का एक विस्तारित स्रोत है।

(iv) यदि हम पारदर्शी कागजों की 100 शीट एक-दूसरे के ऊपर रखें तो कागजों का ऐसा गठ्ठर किसी अपारदर्शी वस्तु की भाँति कार्य करेगा।

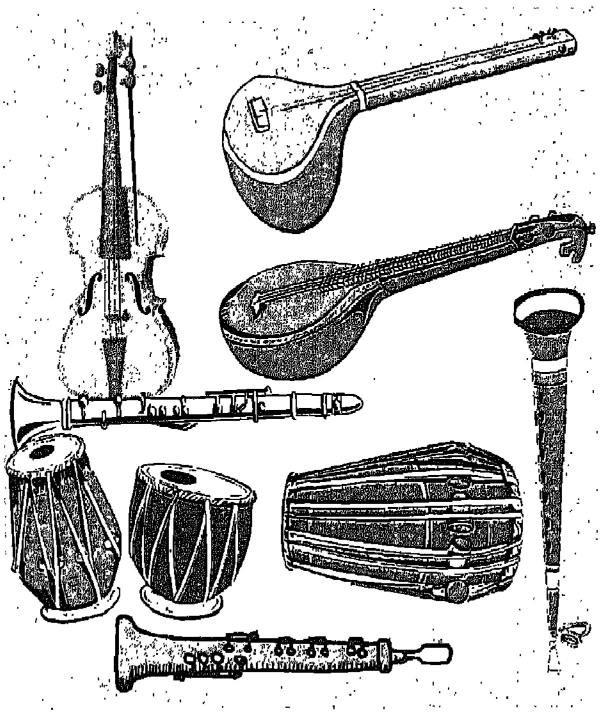
(v) नियमित परावर्तन में केवल एक नियम लागू होता है, जिसके अनुसार आपतन कोण परावर्तन कोण के बराबर होता है।

(vi) गोलीय तथा समतल दर्पणों के लिए परावर्तन के नियम भिन्न हैं।

(vii) प्रकाश सजीवों को प्रभावित नहीं करता।

(viii) उत्तल दर्पण द्वारा बना प्रतिबिंब सदैव छोटा तथा वास्तविक हो  है।

(ix) अवतल दर्पण सदैव वास्तविक प्रतिबिंब बनाता है।



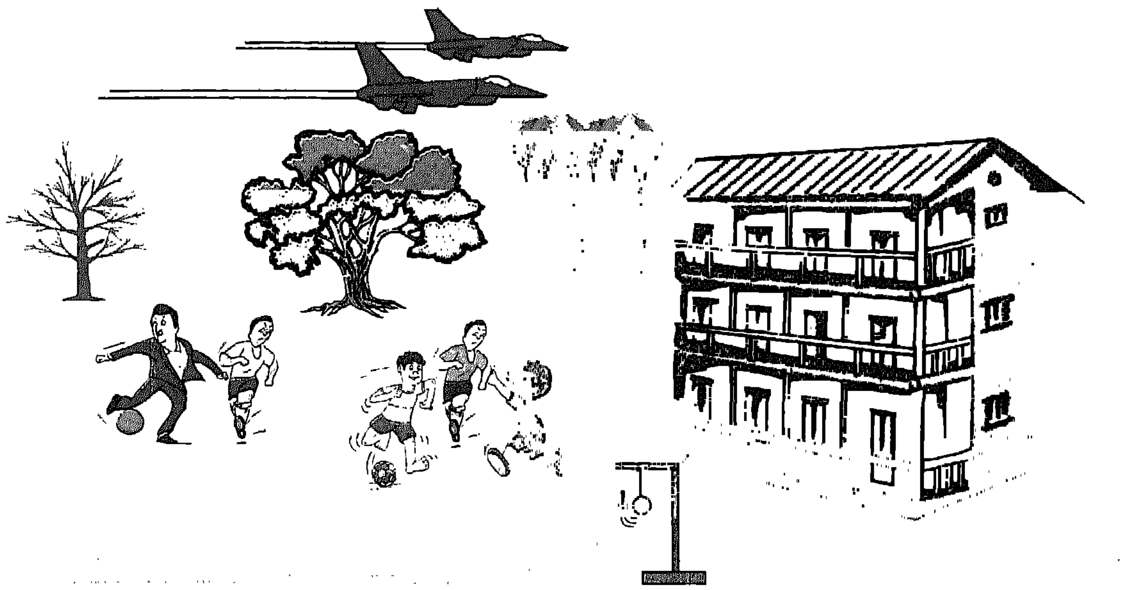
अध्याय 12

# ध्वनि

अपने चारों ओर हमें विभिन्न प्रकार की ध्वनियाँ सुनाई पड़ती हैं। घर पर हम अलार्म घड़ी की ध्वनि सुनते हैं तथा वार्तालाप करते समय अपने माता-पिता एवम् परिवार के अन्य सदस्यों की वाक् ध्वनि सुनते हैं। सड़क पर दौड़ते हुए स्कूटरों और कारों की ध्वनियाँ तथा कुत्तों के भौंकने की आवाज भी हमें सुनाई देती है। विद्यालय में हमें घंटी की ध्वनि, पेड़ों पर बैठे हुए पक्षियों की चहचहाहट, अपने मित्रों तथा अध्यापकों की वाक् ध्वनि, खेल के शिक्षक की सीटी की ध्वनि तथा संगीत कक्ष से तबले और हारमोनियम की ध्वनि सुनने को मिलती है। रात्रि में हम कीटों तथा मच्छरों की भिनभिनाहट एवम् घड़ी की टिक-टिक की ध्वनि को भी सुन सकते हैं।

एक-दूसरे से वार्तालाप करते समय ध्वनि हमारी सहायता करती है। ध्वनि के बगैर हम अपने मित्रों से टेलीफोन पर बातचीत नहीं कर सकते और न ही रेडियो या टेलीविजन पर संगीत का आनंद ले सकते हैं।

अपने मित्रों को बगैर देखे ही हम उनकी आवाज़ को पहचान लेते हैं। हम विभिन्न वाद्य यंत्रों की ध्वनि में भी भेद कर सकते हैं। ऐसा इसलिए संभव हो पाता है क्योंकि प्रत्येक ध्वनि के कुछ निश्चित लक्षण होते हैं।



*चित्र 12.1 हमारे चारों ओर की विभिन्न ध्वनियाँ*

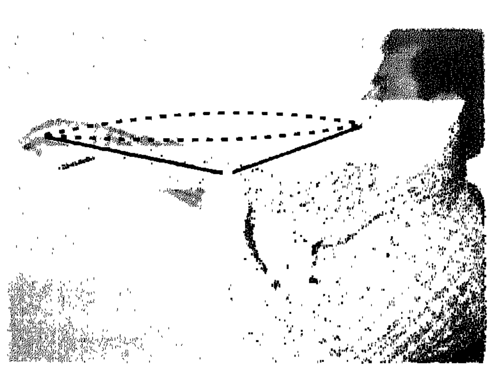
अधिकांश जंतु ध्वनि उत्पन्न कर सकते हैं और उसे सुन भी सकते हैं। हम अपने कानों की सहायता से ध्वनि को सुनते हैं। ध्वनि कैसे उत्पन्न होती है? ध्वनि के किस गुण के कारण हम दो ध्वनियों में अंतर कर सकते हैं? ध्वनि एक स्थान से दूसरे स्थान तक किस प्रकार पहुँचती है? ध्वनि को हम कैसे सुन पाते हैं? इस अध्याय में हम ऐसे ही कुछ प्रश्नों का उत्तर जानने का प्रयत्न करेंगे।

## 12.1 ध्वनि कंपन करती हुई वस्तु द्वारा उत्पन्न होती है

किसी कटोरी अथवा स्टेनलेस स्टील की प्लेट पर चोट मार कर ध्वनि उत्पन्न कीजिए। इसे अपनी हथेली द्वारा धीमे से छुइए। क्या आपकी हथेली कंपन अनुभव करती है? यदि आप अपनी हथेली को ट्रांजिस्टर रेडियो के स्पीकर के ऊपर रखें तब भी आप इस प्रकार के कंपनों का अनुभव कर सकते हैं।

### *क्रियाकलाप 1*

रबड़ के छल्ले के एक सिरे को एक हुक में बाँधिए और दूसरे सिरे को अपने हाथ में पकड़िए। रबड़ के छल्ले को खींच कर तान लीजिए और एक ऊँगली से इसको बीच में से खींच कर छोड़ दीजिए (चित्र 12.2)। क्या



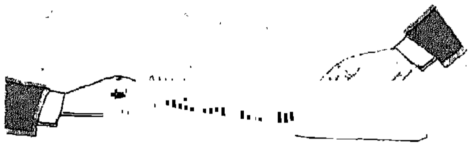
*चित्र 12.2 एक तानित कंपमान रबड़ का छल्ला ध्वनि उत्पन्न करता है*

आपको ध्वनि सुनाई देती है? रबड़ के छल्ले को खींच कर और अधिक तानिए और फिर से इसको बीच से खींच कर छोड़िए। क्या इस बार उत्पन्न ध्वनि पहले से भिन्न है?

रबड़ के छल्ले की गति को ध्यानपूर्वक देखिए। क्या आप छल्ले की माध्य स्थिति के इधर-उधर इसकी गति को देख पाते हैं? हम पिछली कक्षा में इस प्रकार की गति का अध्ययन कर चुके हैं। माध्य स्थिति के इधर-उधर होने वाली इस गति को कंपन गति कहते हैं। जब एक तानित रबड़ के छल्ले को बीच से खींच कर छोड़ते हैं तो यह कंपन करता है और ध्वनि उत्पन्न करता है। जब यह कंपन करना बंद कर देता है तो हम कोई ध्वनि नहीं सुन पाते।

### *क्रियाकलाप 2*

एक कंघी लीजिए और अपनी अंगुली के नाखून को इसके दाँतों पर चित्र 12.3 की भाँति चलाइए।



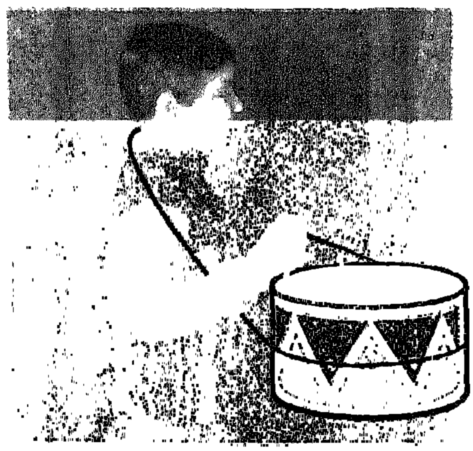
*चित्र 12.3 कंघी के दाँतों के कंपन द्वारा उत्पन्न ध्वनि*

क्या आप कोई ध्वनि सुन पाते हैं? क्या आपको कंघी के दाँतों के कंपन दिखलाई देते हैं? जब आप कंघी के दाँतों पर नाखून चलाते हैं तो उसका प्रत्येक दाँत कंपन करता है तथा ध्वनि सुनाई देती रहती है।

इस प्रकार हमने देखा कि कंपमान वस्तुओं द्वारा ध्वनि उत्पन्न होती है। कुछ स्थितियों में ये कंपन हमें आसानी से दिखाई दे जाते हैं। लेकिन, अधिकांश स्थितियों में ये कंपन इतने क्षीण होते हैं कि हम उन्हें देख नहीं पाते। ऐसी स्थिति में उनका अनुभव हम अन्य विधियों द्वारा कर सकते हैं।

### *क्रियाकलाप 3*

कागज के छोटे-छोटे टुकड़े लीजिए और उनकी छोटी-छोटी गोलियाँ बनाइए। कागज की इन गोलियों को किसी ढोल (ड्रम), तबले या मृदंग की झिल्ली के ऊपर रखिए। झिल्ली पर चोट मारिए। आप क्या देखते हैं? तबले से ध्वनि उत्पन्न होती है और इसी के साथ-साथ कागज की गोलियाँ उछलने लगती हैं (चित्र 12.4)। कागज की गोलियों का उछलना यह दर्शाता है कि ध्वनि पैदा करते समय तबले की झिल्ली में कंपन होता है।

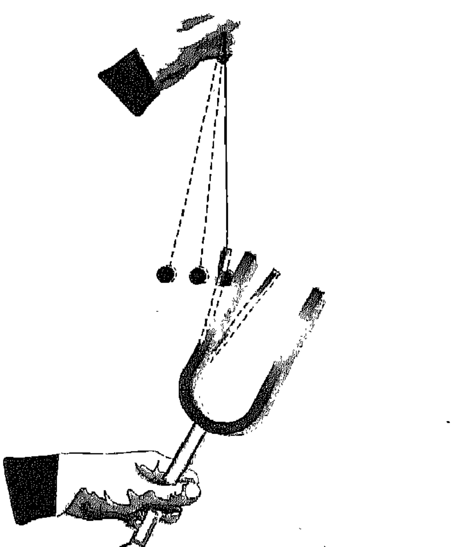


*चित्र 12.4 ड्रम पर उछलती हुई कागज की गोलियाँ*

प्रयोगशाला में ध्वनि का क्रमबद्ध अध्ययन करने के लिए स्वरित्र द्विभुज नामक युक्ति का उपयोग किया जाता है। यह धातु का बना होता है और चिमटे की भाँति दिखलाई देता है।

## क्रियाकलाप 4

एक स्वरित्र द्विभुज लीजिए और इसकी किसी एक भुजा को एक कठोर रबड़ के पैड पर मारिए। इस प्रक्रम में उत्पन्न हुई ध्वनि को सुनिए। इसकी भुजाओं को ध्यानपूर्वक देखिए। क्या आप इन्हें कंपित होता देख सकते हैं? थर्मोकोल की एक छोटी गोली लीजिए और उसे एक धागे की सहायता से लटकाइए। इसे ध्वनि उत्पन्न कर रहे स्वरित्र द्विभुज की एक भुजा के पास लाइए (चित्र 12.5)। आप क्या देखते हैं? जैसे ही गोली स्वरित्र द्विभुज की भुजा को छूती है, यह उससे दूर की ओर चली जाती है। इससे ज्ञात होता है कि स्वरित्र द्विभुज की भुजाएँ कंपमान हैं।



*चित्र 12.5 कंपमान स्वरित्र द्विभुज की भुजा को छूते ही हल्की गेंद दूर चली जाती है*

## क्रियाकलाप 5

अपनी हथेली को धीमे से अपने कंठ पर रखिए। किसी भी भाषा की कविता का पाठ कीजिए। क्या आप गाते समय कंपनों का अनुभव करते हैं?

उपरोक्त क्रियाकलापों से हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि कंपमान वस्तुएँ ध्वनि उत्पन्न कर सकती हैं। यह कंपमान तारों से या डोरी से, अथवा झिल्लियों की सतहों से उत्पन्न होती है। यह कंपमान वायु स्तंभ द्वारा भी उत्पन्न होती है। जब आप किसी नलिका, जैसे पैन के ढक्कन, में वायु फूंकते हैं तो नलिका के अंदर वायु स्तंभ कंपन करता है और एक सीटी जैसी ध्वनि उत्पन्न होती है।

**इनके उत्तर दीजिए**

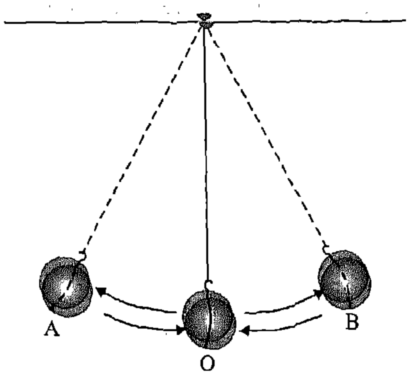
1. निम्नलिखित यंत्रों के उन भागों को पहचानिए जो ध्वनि उत्पन्न करने के लिए कंपन करते हैं :
   (i) ढोलक या मृदंग।
   (ii) सितार।
   (iii) स्वरित्र द्विभुज।
   (iv) बाँसुरी।
2. किसी बाजार में ध्वनि के कोई चार स्रोत बताइए।

## 12.2 कंपन का आयाम, आवर्तकाल तथा आवृत्ति

हम जानते हैं कि किसी वस्तु का बार-बार इधर-उधर गति करना कंपन कहलाता है। इस गति को दोलन गति भी कहते हैं। आप अपनी पिछली कक्षा में सरल लोलक की गति के बारे में अध्ययन कर चुके हैं। आइए, इस गति का कुछ विस्तार से अध्ययन करें।

## क्रियाकलाप 6

हुक लगी हुई धातु की एक छोटी गेंद (गोलक) लीजिए और इसे धागे से बाँध कर चित्र 12.6 की भाँति लटकाइए। गेंद को एक ओर ले जाकर छोड़िए। गेंद किस प्रकार की गति करती है? गेंद की गति दोलनी है।




*चित्र 12.6 एक सरल लोलक के दोलन*

जब गेंद अपनी चरम स्थिति A से B तक जाती है और फिर से स्थिति A पर वापस आ जाती है तब हम कहते हैं कि इसका एक दोलन पूरा हो गया है। बिंदु O से A, A से O, O से B तथा B से O पर वापस आने पर भी एक दोलन पूरा होता है। लोलक के गोलक के दोलन बड़े या छोटे हो सकते हैं। यह इस बात पर निर्भर करता है कि आप गोलक को कितनी ऊँचाई तक उठा कर छोड़ते हैं। गेंद अपनी माध्य स्थिति से जिस अधिकतम दूरी तक जाती है, उसे दोलन का आयाम कहते हैं। चित्र 12.6 में OA या OB दोलन का आयाम है।

अब, एक विराम घड़ी की सहायता से एक दोलन पूरा करने में लगने वाला समय ज्ञात कीजिए। क्योंकि इस समय का मान बहुत कम है, इसलिए इसे यथार्थता से मापना कठिन है। इस समस्या के समाधान के लिए आप अधिक दोलनों में लगने वाले समय जैसे 20 दोलनों के समय को मापते हैं। इस समय को दोलनों की संख्या (20) से विभाजित करके आप एक दोलन में लगने वाले समय को ज्ञात कर सकते हैं। इस समय को दोलन काल अथवा आवर्तकाल कहते हैं। आप देखेंगे कि किसी दिए हुए लोलक के लिए आवर्तकाल सदैव समान रहता है तथा यह दोलन के आयाम पर निर्भर नहीं करता।

प्रति सेकंड होने वाले दोलनों की संख्या को दोलन की आवृत्ति कहते हैं। आवृत्ति को हर्ट्ज (Hz) में मापा जाता है। 1 Hz आवृत्ति का अर्थ है कि एक सेकंड में एक दोलन पूरा होता है। यदि



### हैनरिच रूडोल्फ हर्ट्ज

*हैनरिच रूडोल्फ हर्ट्ज एक जर्मन भौतिक वैज्ञानिक थे। उनका जन्म सन 1857 में हुआ था। उन्होंने विद्युत् चुंबकीय तरंगों की खोज की। इन तरंगों की खोज ने रेडियो, टेलीविजन तथा रडार के विकास का द्वार खोला। उन्होंने तीव्र गति से दोलायमान विद्युत् स्पार्क की सहायता से पराउच्च आवृत्ति की तरंगें उत्पन्न कीं। उन्होंने दर्शाया कि प्रकाश तरंगें विद्युत् चुंबकीय तरंगें हैं। आवृत्ति का SI मात्रक हर्ट्ज (Hz) उनके नाम पर रखा गया। उनकी मृत्यु सन 1894 में हुई।*

कोई वस्तु एक सेकंड में 50 दोलन पूरे करती है तो इसकी आवृत्ति 50 Hz है।

## 12.3 ध्वनि की प्रबलता और तारत्व

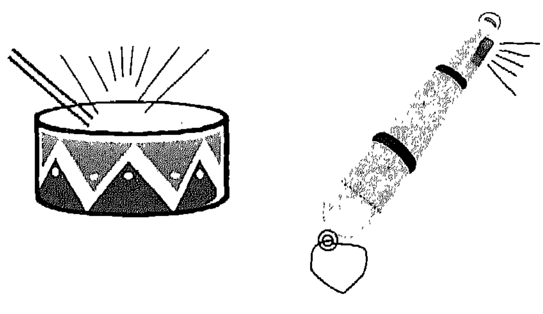
हम जानते हैं कि जब वस्तुएँ कंपन करती हैं तो ध्वनि उत्पन्न होती है। यह हमारा सामान्य अनुभव है कि ध्वनि की प्रबलता कंपन के आयाम पर निर्भर करती है। जब कंपमान वस्तु का आयाम अधिक होता है, तब इसके द्वारा उत्पन्न ध्वनि की प्रबलता भी अधिक होती है।

### *क्रियाकलाप 7*

एक स्वरित्र द्विभुज की भुजा को धीमे से एक रबड़ के पैड पर मारिए तथा उत्पन्न हुई ध्वनि को सुनिए। अब, इसकी भुजा को रबड़ के पैड पर जोर से मारिए तथा उत्पन्न हुई ध्वनि को दोबारा सुनिए। दोनों ध्वनियों में क्या अंतर है? जब स्वरित्र द्विभुज की भुजा को रबड़ के पैड पर जोर से मारते हैं तो इस प्रकार उत्पन्न हुई ध्वनि अधिक प्रबल होती है। अब, दोनों अवस्थाओं में स्वरित्र द्विभुज की भुजा के आयाम की तुलना कीजिए। इसके लिए धागे में लटकी एक थर्मोकोल की गेंद को दोनों अवस्थाओं में इसकी भुजा के पास लाइए। आप देखेंगे कि जब रबड़ के पैड पर भुजा को जोर से मारते हैं तो कंपमान भुजा का आयाम अधिक होता है।

इस प्रकार, ध्वनि की प्रबलता कंपन के आयाम द्वारा निर्धारित की जाती है। एक तानित रबड़ के छल्ले द्वारा उत्पन्न होने वाली ध्वनि की प्रबलता को आप किस प्रकार बढ़ा सकते हैं?

कंपन की आवृत्ति, ध्वनि की तीक्ष्णता अथवा तारत्व को निर्धारित करती है। यदि कंपन की आवृत्ति कम है तो हम कहते हैं कि ध्वनि का तारत्व कम है। यदि कंपन की आवृत्ति अधिक है तो हम कहते हैं कि ध्वनि का तारत्व अधिक है। ढोल या ड्रम मंद आवृत्ति से कंपित होते हैं। इसलिए, इनसे उत्पन्न ध्वनि का तारत्व कम होता है। दूसरी ओर, सीटी की आवृत्ति अधिक होती है। इसीलिए, यह ढोल की अपेक्षा अधिक तारत्व की ध्वनि उत्पन्न करती है (चित्र 12.7)। प्रायः यह देखा जाता है कि किसी बच्चे की वाक्-ध्वनि, वयस्क पुरुष की वाक्-ध्वनि की अपेक्षा तीक्ष्ण होती है। इसका कारण बच्चे की वाक्-ध्वनि की आवृत्ति का पुरूष की वाक्-ध्वनि की आवृत्ति से अधिक होना है।

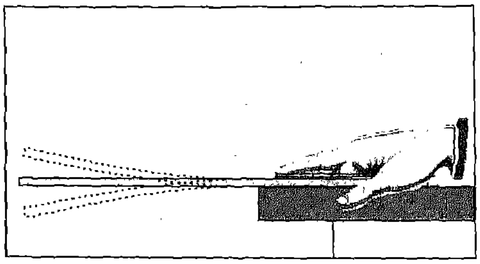


*चित्र 12.7 मंद तथा उच्च तारत्व की ध्वनियाँ*

### *क्रियाकलाप 8*

धातु के एक पैमाने (रूलर) को मेज के किनारे के निकट इस प्रकार रखिए कि इसका

अधिकतर भाग बाहर निकला रहे (चित्र 12.8)। इसे एक हाथ से मेज पर कसकर दबाइए। पैमाने के स्वतंत्र सिरे को नीचे दबा कर छोड़ दीजिए। पैमाना कंपन करने लगता है। इसके द्वारा उत्पन्न ध्वनि को ध्यान से सुनिए।



*चित्र 12.8 एक कंपमान रूलर*

अब मेज के किनारे से बाहर निकले पैमाने की लंबाई में परिवर्तन करें। इसे एक बार फिर नीचे दबा कर छोड़िए। उत्पन्न ध्वनि को पुन: सुनिए। कंपमान पैमाने (रूलर) की लंबाई बदलने पर इसके द्वारा उत्पन्न ध्वनि के तारत्व में क्या परिवर्तन होता है? आप देखेंगे कि पैमाने का प्रक्षेप जितना छोटा होता है, उसके द्वारा उत्पन्न ध्वनि का तारत्व उतना ही अधिक होता है।

**इन्हें उत्तर दीजिए**

1. कंपन के आयाम से क्या अभिप्राय है? इसका SI मात्रक बताइए।
2. किसी दोलन के आवर्तकाल से क्या अभिप्राय है? इसका मात्रक बताइए।
3. दोलन की आवृत्ति से क्या अभिप्राय है? इसका SI मात्रक बताइए।

## 12.4 श्रव्य तथा अश्रव्य ध्वनियाँ

हम देख चुके हैं कि ध्वनि उत्पन्न करने के लिए हमें एक कंपमान वस्तु की आवश्यकता होती है। क्या सभी कंपमान वस्तुएँ ध्वनि उत्पन्न करती हैं? आइए देखें।

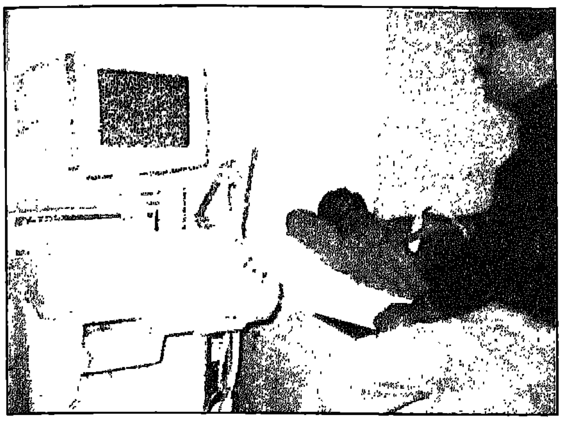
### *क्रियाकलाप 9*

अपने हाथ को जितना तेजी से संभव हो आगे-पीछे चलाइए। क्या आप कोई ध्वनि सुन सकते हैं? आप अपने हाथ को एक सेकंड में पाँच या छ: बार से अधिक कंपित नहीं करा सकते। इस प्रकार के कंपनों की ध्वनि आप नहीं सुन सकते। क्या आप इसका कारण बता सकते हैं? इसका कारण यह है कि ये कंपन बहुत मंद हैं और ये ऐसी ध्वनि उत्पन्न नहीं करते जो हमारे कानों के लिए श्रव्य हो।

20 कंपन प्रति सेकंड (20 Hz) से कम आवृत्तियों की ध्वनि मनुष्य के कानों के लिए श्रव्य नहीं होती। इसी प्रकार, 20000 कंपन प्रति सेकंड (20 kHz) से अधिक आवृत्तियों की ध्वनियों को भी मनुष्य के कान नहीं सुन सकते। अत:, मनुष्य के कानों के लिए श्रव्यता की आवृत्तियों का परास 20 Hz से 20000 Hz तक है, यद्यपि कुछ जंतु 20000 Hz से अधिक आवृत्तियों की ध्वनियों को भी सुन सकते हैं। कुत्ते 20000 Hz से अधिक आवृत्तियों की ध्वनियों को सुन सकते हैं। कुछ मनुष्य विशेष प्रकार की सीटी का उपयोग करते हैं जो उच्च आवृत्ति की ध्वनि उत्पन्न कर सकती है। इस प्रकार की सीटी की आवाज कुत्ते सुन सकते हैं लेकिन आप नहीं सुन सकते। अपराध शाखा के पुलिसकर्मी अपने कुत्तों को आदेश देने के लिए इस प्रकार की सीटियों का उपयोग करते हैं।

20000 हर्ट्ज से अधिक आवृत्ति की ध्वनि, **पराश्रव्य** कहलाती है। प्रौद्योगिकी के विकास के फलस्वरूप पराश्रव्य ध्वनि का उपयोग पात्र-धावित्र में, चिकित्सा के क्षेत्र में निदानार्थ–औजार के रूप

में तथा जोड़ों एवम् मांसपेशियों के दर्द निवारक के रूप में किया जाता है (चित्र12.9)। पराश्रव्य-क्रमवीक्षण द्वारा गर्भवती स्त्रियों में गर्भ की वृद्धि का अध्ययन किया जाता है। उद्योगों में पराश्रव्य ध्वनि का उपयोग धातुओं तथा अन्य संरचनाओं में दोष ढूँढने तथा विभिन्न भागों की मोटाई ज्ञात करने में किया जाता है।



*चित्र 12.9 पराश्रव्य - क्रमवीक्षण*
(फोटोग्राफ : डा. उदय शंकर शर्मा के सौजन्य से)

**इन्हें उत्तर दीजिए**

1. एक सामान्य मनुष्य के कानों के लिए श्रव्य आवृत्तियों का परास क्या है?
2. चिकित्सा विज्ञान में पराश्रव्य-ध्वनि के दो उपयोग लिखिए।
3. उद्योगों में पराश्रव्य-ध्वनि के दो उपयोग लिखिए।

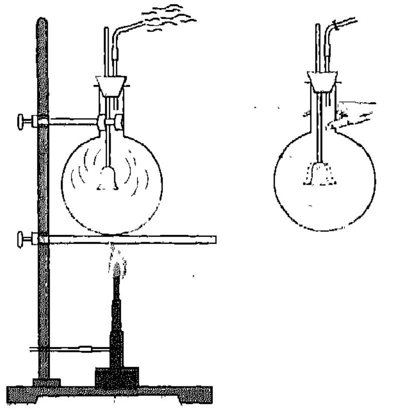
## 12.5 ध्वनि संचरण के लिए माध्यम की आवश्यकता होती है

हम जानते हैं कि ध्वनि वायु में एक स्थान से दूसरे स्थान तक जा सकती है। ध्वनि को एक स्थान से दूसरे स्थान तक जाने के लिए किसी माध्यम की आवश्यकता होती है। क्या यह निर्वात् में होकर भी जा सकती है?

आइए, एक क्रियाकलाप करके देखें।

### *क्रियाकलाप 10*

500 mL का एक फ्लास्क लीजिए जिसमें रबड़ की एक डाट कस कर लगी हो। एक मोटे तार की सहायता से डाट के साथ एक छोटी घंटी (या घुंघरू) संलग्न कीजिए (चित्र 12.10)।

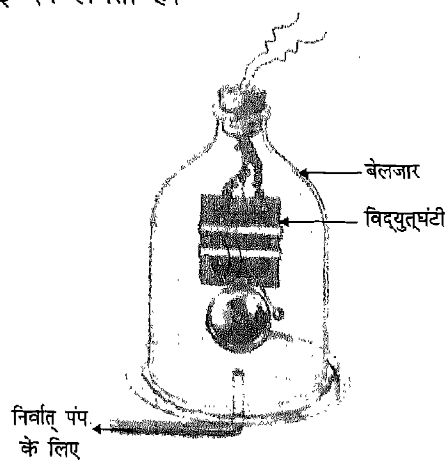


*चित्र 12.10 निर्वात् में ध्वनि संचरित नहीं हो सकती*

फ्लास्क में कुछ जल लेकर तब तक गर्म कीजिए जब तक कि यह उबलने न लगे। इस प्रक्रम में फ्लास्क के अंदर की वायु भाप द्वारा विस्थापित कर दी जाती है। जब जल लगभग एक मिनट तक उबल जाए तो बर्नर को बंद करके फ्लास्क के मुँह को एकदम बंद कर दीजिए (क्योंकि फ्लास्क गर्म होगा इसलिए कपड़े के किसी टुकड़े का उपयोग करें)। फ्लास्क को ठंडा होने दीजिए जिससे कि इसके अंदर की भाप द्रवित हो जाए। फ्लास्क में लगी घंटी को बजाने के लिए इसे हिलाइए। क्या आप इसे सुन पाते हैं? घंटी ठीक प्रकार तभी सुनाई देती है जब हम डाट को खोल कर फ्लास्क में फिर से वायु को अंदर जाने देते हैं। इस क्रियाकलाप से पता चलता है कि ध्वनि का चालन वायु की उपस्थिति में होता है।

यह दर्शाने के लिए कि ध्वनि का चालन निर्वात् में नहीं होता, आप निम्नलिखित प्रयोग भी कर सकते हैं।

शुष्क सेल की बैटरी से जुड़ी एक विद्युत् घंटी को एक ऐसे बेलजार में लटकाइए जिसकी वायु को निर्वात् पंप की सहायता से बाहर निकाला जा सके (चित्र 12.11)। जब तक बेलजार में वायु रहती है आप घंटी की ध्वनि को सुन सकते हैं। जब आप बेलजार में से वायु को बाहर निकाल देते हैं तब आप घंटी की ध्वनि नहीं सुन पाते। बेलजार में फिर से वायु प्रवेश कराने पर घंटी की ध्वनि फिर से सुनाई देने लगती है।




*चित्र 12.11 ध्वनि संचरण के लिए माध्यम की आवश्यकता होती है*

क्या ध्वनि का चालन द्रवों में भी होता है? आइए, एक क्रियाकलाप द्वारा इसकी जाँच करें।

## क्रियाकलाप 11

एक बड़े गुब्बारे को जल से भरिए। इसके एक सिरे को अपने कान से सटा कर रखिए और दूसरे सिरे को अपनी तर्जनी से धीरे-धीरे खरोंचिए (चित्र 12.12)। क्या आप खर-खर की ध्वनि सुन पाते हैं?



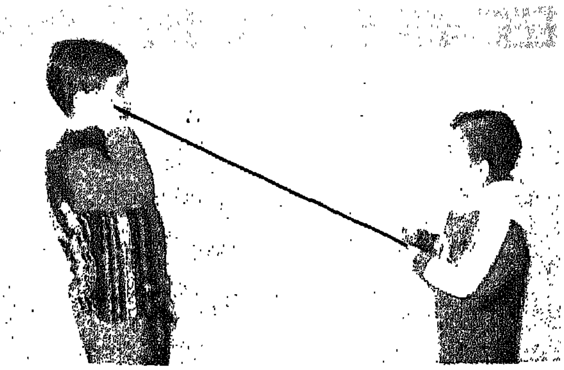
*चित्र 12.12 ध्वनि जल में संचरण कर सकती है*

इस प्रयोग को एक वायु से भरे गुब्बारे से दोहराइए। इस ध्वनि की तुलना जल से भरे गुब्बारे में सुनाई देने वाली ध्वनि से कीजिए।

इस क्रियाकलाप से पता चलता है कि द्रवों में भी ध्वनि गमन कर सकती है। ध्वनि द्रवों में वायु की अपेक्षा अधिक तीव्र गति से चलती है।

## क्रियाकलाप 12

क्या ध्वनि ठोसों में भी गमन कर सकती है। एक मीटर पैमाना या धातु की लंबी छड़ लीजिए। इसके एक सिरे को अपने कान से सटा कर रखिए। अपने मित्र से इसके दूसरे सिरे को धीरे से खरोंचने या खटखटाने के लिए कहिए (चित्र 12.13)।



*चित्र 12.13 ध्वनि ठोसों में गमन कर सकती है*

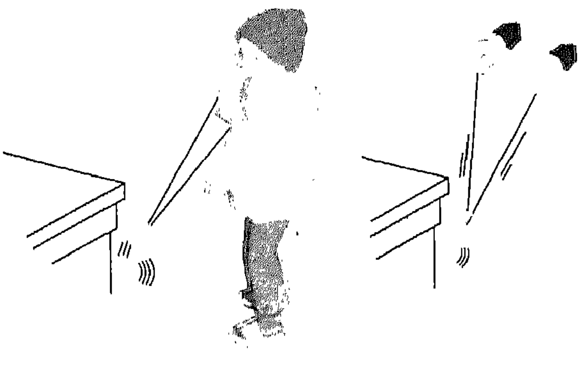
आप खर-खर अथवा खट-खट की ध्वनि सुन पाते हैं, यद्यपि आपके आस-पास खड़े हुए आपके मित्र इस ध्वनि को नहीं सुन पाते।

आप अपने कान को एक लंबी लकड़ी या धातु की मेज के एक सिरे पर रखकर और अपने मित्र को दूसरे सिरे को खरोंचने के लिए कह कर भी उपरोक्त क्रियाकलाप को कर सकते हैं।

यह क्रियाकलाप दर्शाता है कि ध्वनि लकड़ी या धातुओं में भी गमन कर सकती है। ठोसों में ध्वनि वायु या द्रवों की अपेक्षा अधिक तीव्र गति से चलती है।

## *क्रियाकलाप 13*

एक बड़ी चम्मच लीजिए। इसके हत्थे को एक लंबे धागे के बीच से बाँधिए (चित्र 12.14)। चित्र 12.14 (a) की भाँति धागे के सिरों को अपनी अंगुली से दोनों कानों में दबाइए। अब चम्मच को किसी मेज से टकराने दीजिए। आपको क्या सुनाई देता है? आपको घंटियों जैसी प्रबल ध्वनि सुनाई देती है। धागों के सिरों को अपने कानों से हटाइए और चम्मच को फिर से मेज से टकराने दीजिए [चित्र 12.14 (b)]।



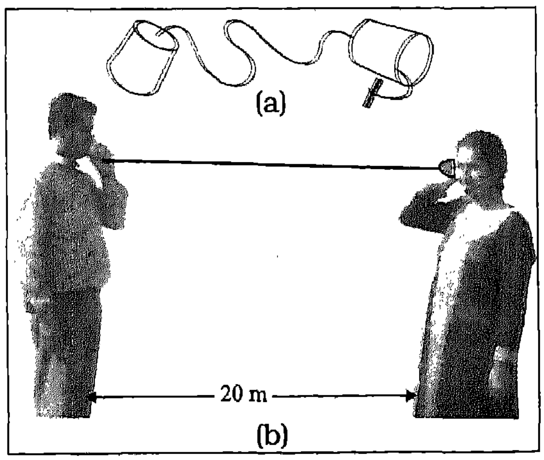

**चित्र 12.14** *ध्वनि धागे में गमन कर सकती है*

क्या आपको इस बार भिन्न प्रकार की ध्वनि सुनाई देती है? इस क्रियाकलाप से पता चलता है कि ध्वनि धागों या डोरियों में भी गमन कर सकती है।

आप एक अन्य क्रियाकलाप द्वारा इस बात की जाँच कर सकते हैं।

## *क्रियाकलाप 14*

दो टीन के डिब्बे या 100 mL धारिता के आइसक्रीम के खाली कप लीजिए। टीन के डिब्बों (या कप) के पेंदों में एक-एक छिद्र कीजिए। लगभग 20 मीटर लंबा एक मोटा धागा इन दोनों छिद्रों में डालिए। चित्र 12.15 (a) की भाँति धागे के प्रत्येक सिरे पर एक पिन या छोटी कील बाँधिए जिससे कि धागा डिब्बे में ठीक प्रकार रुका रहे। अपने किसी मित्र को धागे से जुड़े एक डिब्बे को कान के पास रखने के लिए कहिए और आप दूसरे डिब्बे में कुछ ध्वनि उत्पन्न कीजिए। ध्यान रहे कि धागा तनी हुई अवस्था में रहे [चित्र 12.15 (b)]। आपका खिलौना टेलीफोन तैयार है।




**चित्र 12.15** *(a) तथा (b) खिलौना टेलीफोन*

## 12.6 ध्वनि प्रकाश की अपेक्षा धीमी चलती है

हम पढ़ चुके हैं कि ध्वनि ठोसों, द्रवों तथा गैसों में गमन कर सकती है। ध्वनि की चाल ठोसों में अधिकतम होती है, द्रवों में कम होती है और गैसों में न्यूनतम होती है। 20°C ताप पर वायु में ध्वनि की चाल लगभग 340 m/s होती है। क्या आप जानते हैं कि प्रकाश तथा ध्वनि में से कौन तीव्र गति से चलता है। वास्तव में प्रकाश की गति से अधिक कोई भी नहीं चलता। निर्वात् में प्रकाश की चाल लगभग $3 \times 10^8$ m/s है। अब आप बता सकते हैं कि किसी बादल से तड़ित की दमक उसकी गरज सुनाई देने से बहुत पहले ही क्यों दिखलाई दे जाती है? ऐसा इसलिए होता है क्योंकि प्रकाश की चाल ध्वनि की चाल की अपेक्षा बहुत अधिक है।

**उत्तर दीजिए**

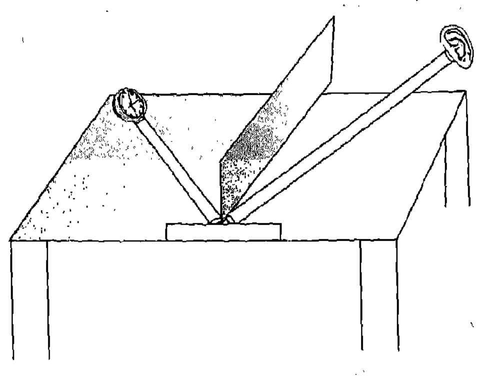
1. वायु तथा जल में से ध्वनि किसमें अधिक तेजी से चलेगी?
2. तड़ित की दमक उसकी गरज से बहुत पहले क्यों दिखलाई देती है?

## 12.7 ध्वनि का परावर्तन तथा प्रतिध्वनि

क्या आप कभी किसी गहरे कुएँ में भीतर की ओर मुँह करके या किसी भृगु (चोटी) अथवा पहाड़ी के पास जोर से चिल्लाए हैं? यदि आपने ऐसा किया है तो आपको ज्ञात होगा कि इन अवस्थाओं में आपको परावर्तित ध्वनि सुनाई दे सकती है। यदि परावर्तक सतह, ध्वनि के स्रोत से लगभग 17 मीटर या अधिक दूरी पर है, तो परावर्तित ध्वनि को मूल ध्वनि से अलग सुना जा सकता है। इस परावर्तित ध्वनि को **प्रतिध्वनि** कहते हैं। ध्वनि का परावर्तन तथा प्रकाश का परावर्तन लगभग एक जैसा ही होता है। लेकिन, ध्वनि को परावर्तित करने वाले पृष्ठों को चिकना या चमकीला होना आवश्यक नहीं है। ध्वनि के परावर्तन को दर्शाने के लिए आइए एक क्रियाकलाप करके देखें।

### *क्रियाकलाप 15*

प्लास्टिक या गत्ते की बनी दो एक जैसी चौड़ी ट्यूबें लीजिए। धातु या प्लाईवुड की एक चादर भी लीजिए। चित्र 12.16 की भाँति इन्हें व्यवस्थित कीजिए। इनमें से किसी एक ट्यूब के एक सिरे पर टिक-टिक करने वाली एक घड़ी रख दीजिए (चित्र 12.16)। दूसरी ट्यूब के सिरे के पास अपना कान रखिए। दोनों ट्यूबों के बीच में एक मोटा पर्दा रखिए जिससे कि घड़ी की टिक-टिक की ध्वनि आपके कानों तक सीधे न पहुँच पाए। दूसरी ट्यूब के कोण को तब तक समायोजित कीजिए जब तक कि आपको टिक-टिक की स्पष्ट ध्वनि सुनाई न देने लगे। आप देखेंगे कि इस स्थिति में दोनों ट्यूबें अभिलंब से समान कोण बनाती हैं।



*चित्र 12.16 ध्वनि का परावर्तन*

विभिन्न पदार्थों से ध्वनि का परावर्तन समान रूप से नहीं होता। धातु की चादर तथा प्लाईवुड ध्वनि के अच्छे परावर्तक हैं। सरंध्री पदार्थ जैसे कॉर्क, थर्मोकोल तथा कपड़े ध्वनि के अच्छे परावर्तक नहीं हैं। इन पर पड़ने वाली अधिकांश ध्वनि का ये अवशोषण कर लेते हैं। अच्छे सिनेमा हॉल, स्टुडियो या सभा भवन के फर्शों, छतों तथा दीवारों पर ध्वनि के अच्छे अवशोषक लगे हुए होते हैं। इन अवशोषकों को लगाने से ध्वनि का परावर्तन काफी कम हो जाता है तथा श्रोताओं को स्रोत से आती हुई ध्वनि ही सुनाई पड़ती है। ऐसे सभागार प्रतिध्वनि से मुक्त होते हैं।

आइए, अब देखें कि जब किसी कमरे में कोई व्यक्ति बोलता है तो उसकी ध्वनि हमें किस प्रकार सुनाई पड़ती है। जब कोई व्यक्ति बोलता है तो हवा में ध्वनि की तरंगें चारों ओर फैलती हैं। इनमें से कुछ ध्वनि तरंगें सीधे हमारे कानों तक पहुँचती हैं। ध्वनि का कुछ भाग दीवारों से टकराता है और परावर्तित हो जाता है। परावर्तित ध्वनि का भी कुछ भाग हमारे कानों तक पहुँचता है। किसी छोटे कमरे में स्रोत से सीधी आने वाली ध्वनि तथा दीवारों से परावर्तित होकर आने वाली ध्वनि दोनों ही लगभग एक ही समय पर हमारे कानों तक पहुँचती है। इसलिए, हम इन दोनों में भेद नहीं कर पाते। यदि इन दोनों ध्वनियों में कुछ स्पष्ट समय का अंतराल हो तो क्या होगा?

मनुष्य के कान दो ध्वनियों को केवल तभी अलग-अलग और स्पष्ट रूप से सुन सकते हैं जबकि दोनों ध्वनियों में 1/10 सेकंड का समय अंतराल हो। यदि दोनों ध्वनियाँ 1/10 सेकंड से कम समय के अंतराल पर हमारे कानों तक पहुँचती हैं, तब हम दोनों ध्वनियों में भेद नहीं कर सकते। क्योंकि वायु में ध्वनि की चाल 20°C ताप पर लगभग 340 m/s है, इसलिए 1/10 सेकंड में ध्वनि द्वारा तय की गई

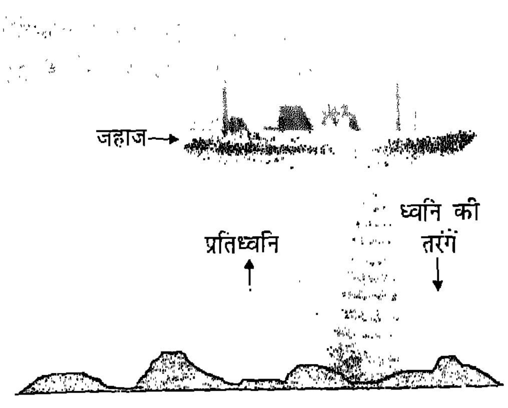
दूरी = चाल × समय

$$= 340\ \text{m/s} \times \frac{1}{10}\ \text{s}$$

$$= 34\ \text{m}$$

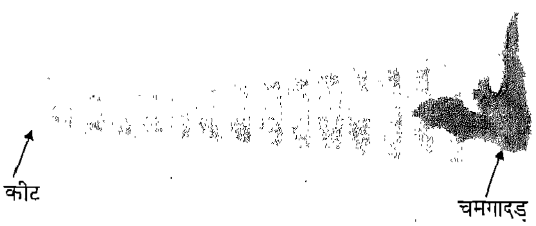
इसलिए, मूल ध्वनि तथा परावर्तित ध्वनि, दोनों का अलग-अलग स्पष्ट सुन सकना तभी संभव है यदि हम परावर्तक सतह से 17 मीटर या उससे अधिक दूरी पर हों। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि ध्वनि को आगे तथा पीछे की दिशा में बराबर दूरी तय करनी होती है। इस स्थिति में हमें मूल ध्वनि की प्रतिध्वनि सुनाई पड़ती है।

ध्वनि परावर्तन का उपयोग महासागर अथवा सागर तल की गहराई मापने के लिए भी किया जाता है। इसके लिए जहाज द्वारा एक लघु ध्वनि संकेत महासागर में सबसे नीचे की सतह तक भेजा जाता है (चित्र 12.17)। महासागर के तल से परावर्तन के पश्चात् यह संकेत जहाज पर वापस आ जाता है। यदि हमें समुद्र जल में ध्वनि की चाल और ध्वनि संकेत को महासागर के तल तक पहुँचने और परावर्तन के पश्चात् वापस आने में लगा समय ज्ञात हो तो हम महासागर की गहराई को सरलता से ज्ञात कर सकते हैं।




*चित्र 12.17 किसी महासागर के तल की गहराई ज्ञात करना*

चमगादड़, अवरोधों से बचने के लिए परावर्तित ध्वनि का उपयोग करते हैं। वे कीटों द्वारा परावर्तित ध्वनि का उपयोग अपने भोजन को खोजने में भी करते हैं। चमगादड़, उच्च आवृत्ति के स्पंदों (अल्प समय के ध्वनि संकेत) को उत्सर्जित करते हैं। वे अपने रास्ते में आने वाले अवरोधों या कीटों से उत्पन्न प्रतिध्वनि को सुनते हैं। प्रतिध्वनि के पहुँचने में लगने वाले समय से वे परावर्तक स्रोत की दूरी का अनुमान लगा लेते हैं (चित्र 12.18)।




*चित्र 12.18 चमगादड़ द्वारा प्रतिध्वनि स्थिति निर्धारण*

**इन्हें उत्तर दीजिए**

1. प्रतिध्वनि क्या है?
2. ऐसी दो सतहों के नाम बताइए जो ध्वनि का परावर्तन नहीं करतीं।
3. चमगादड़ अपना भोजन खोजने में ध्वनि का किस प्रकार उपयोग करते हैं?
4. खाली कमरे की बजाय एक सुसज्जित कमरे में हमें ध्वनि अधिक स्पष्ट क्यों सुनाई देती है?

## 12.8 शोर तथा संगीत

हम अपने चारों ओर विभिन्न प्रकार की ध्वनियाँ सुनते हैं। कुछ ध्वनियाँ कानों को अच्छी लगती हैं जबकि कुछ अच्छी नहीं लगतीं।

### *क्रियाकलाप 16*

एक टिन का डिब्बा लीजिए। इसमें कुछ कीलें डालकर तेजी से हिलाइए। क्या आपको टिन के डिब्बे द्वारा उत्पन्न ध्वनि अच्छी लगती है? कीलों की गति से एक अनियमित तथा अप्रिय ध्वनि उत्पन्न होती है। इस प्रकार की ध्वनि को **शोर** कहते हैं।

किसी व्यस्त चौराहे पर यातायात द्वारा उत्पन्न ध्वनि या स्वचालित वाहनों के ब्रेक की कर्कश ध्वनि, शोर के अन्य उदाहरण हैं। कक्षा में यदि सभी विद्यार्थी एक साथ बोलें तो शोर उत्पन्न होता है। विज्ञान की भाषा में अनियमित कंपनों से उत्पन्न ध्वनि को शोर कहते हैं।

**सुस्वर ध्वनि** द्वारा सुखद प्रभाव उत्पन्न होता है। स्वरित्र द्विभुज द्वारा उत्पन्न ध्वनि सुस्वर ध्वनि है। सितार के तार नियमित अंतराल से कंपन करते हैं और सुस्वर ध्वनि उत्पन्न करते हैं। नियमित कंपनों से सुस्वर ध्वनि उत्पन्न होती है।

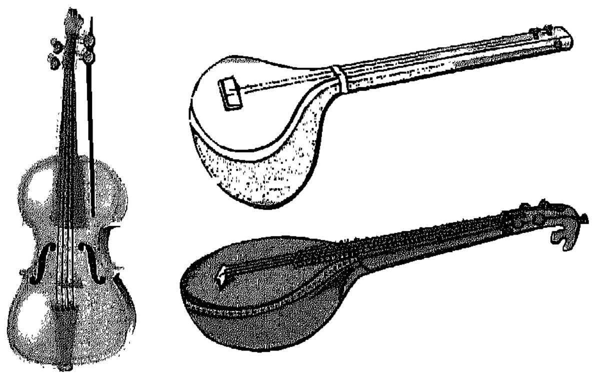
## 12.9 विभिन्न वाद्य यंत्रों द्वारा उत्पन्न ध्वनि

हम विभिन्न वाद्य यंत्रों से परिचित हैं। मुख्य रूप से वाद्य यंत्रों के तीन प्रकार हैं :

(a) डोरी वाले वाद्य यंत्र (तंतु वाद्य)
(b) वात अथवा रीड वाद्य यंत्र (सुशीर वाद्य)
(c) आघात अथवा झिल्ली वाद्य यंत्र (अवनाद्य वाद्य)।

डोरी वाले वाद्य यंत्रों में खिंची हुई डोरियाँ या तार होते हैं जिन्हें कर्षण, आहत या धनुर्वादन (गज

से बजा कर) द्‌वारा कंपित कराया जाता है। डोरी की लंबाई बदल कर इन वाद्‌य यंत्रों के तारत्व को परिवर्तित किया जा सकता है। सितार, वीणा, हार्प, संतूर और वायलिन डोरी वाले वाद्‌य यंत्रों के कुछ उदाहरण हैं (चित्र 12.19)।



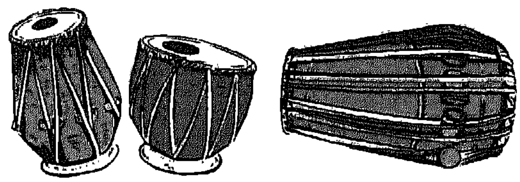
*चित्र 12.19 तारों वाले कुछ वाद्‌य यंत्र*

वात अथवा रीड वाद्‌य यंत्रों में वायु स्तंभ कंपित होता है। इन वाद्‌य यंत्रों में वायु फूंकी जाती है जो सीधे ही या रीड के द्‌वारा अंदर जाती है। बांसुरी, शहनाई तथा नादस्वरम् वात वाद्‌य यंत्रों के कुछ उदाहरण हैं (चित्र 12.20)।



*चित्र 12.20 कुछ वात वाद्‌य यंत्र*

आघात अथवा झिल्ली वाद्‌य में एक तनी हुई झिल्ली होती है। ढोल, तबला, ढोलक तथा मृदंग झिल्ली वाले वाद्‌य यंत्रों के कुछ उदाहरण हैं (चित्र 12.21)।



*चित्र 12.21 झिल्ली वाले कुछ वाद्‌य यंत्र*

संभवत: आपने मंजीरा (झांझ, करताल), घटम और नूट (मिट्‌टी के बर्तन) जैसे वाद्‌य यंत्र देखे होंगे। ये वाद्‌य यंत्र हमारे देश के अनेक भागों में बजाए जाते हैं। ये चतुर्थ श्रेणी के वाद्‌य यंत्र कहलाते हैं जिन्हें घन वाद्‌य के नाम से जाना जाता है। इनमें केवल पीटकर या आघात करके ध्वनि उत्पन्न की जाती है। जल तरंग और घंटे या घंटियाँ इसी प्रकार के वाद्‌य यंत्रों के कुछ उदाहरण हैं (चित्र 12.22)।



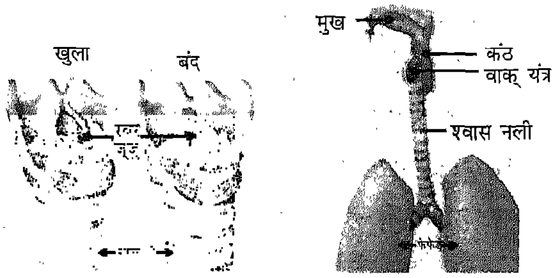
*चित्र 12.22 जल तरंग*

1. शोर तथा सुस्वर ध्वनि में अंतर बताइए।
2. तीन प्रकार के मुख्य वाद्‌य यंत्रों के नाम लिखिए।
3. बांसुरी में ध्वनि किस प्रकार उत्पन्न होती है?

## 12.10 जंतुओं द्वारा उत्पन्न ध्वनि

### मनुष्यों द्वारा उत्पन्न ध्वनि

मनुष्यों में ध्वनि का सबसे महत्वपूर्ण स्रोत वाक् यंत्र या कंठ है। कंठ में, दो स्नायु, जिन्हें **वाक्-तंतु** कहते हैं, इस प्रकार तानित होते हैं कि उनके बीच में वायु के निकलने के लिए एक संकीर्ण झिरी बनी होती है (चित्र 12.23)।

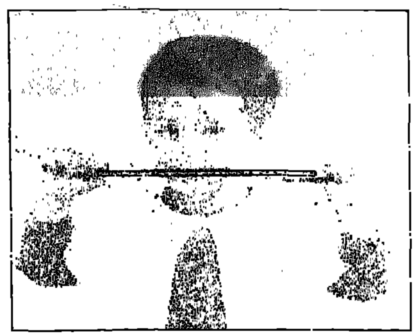



*चित्र 12.23 कंठ का अनुप्रस्थ काट-दृश्य*

जब फेफड़ों से वायु झिरी में होकर बलपूर्वक निकलती है तो वाक्-तंतु कंपित होते हैं, जिससे वाक् ध्वनि उत्पन्न होती है। वाक्-तंतुओं से जुड़ी मांसपेशियाँ स्नायुओं पर अपना खिंचाव बढ़ा या घटा सकती हैं। जब वाक्-तंतु तने हुए और पतले होते हैं, तब वाक् ध्वनि उच्च आवृत्ति की होती है। जब वाक्-तंतु ढीले और मोटे होते हैं, तब वाक् ध्वनि निम्न आवृत्ति की होती है। आइए, एक क्रियाकलाप द्वारा समझें कि वाक्-तंतु किस प्रकार कार्य करते हैं।

### क्रियाकलाप 17

समान साइज की रबड़ की दो पट्टियाँ लीजिए। इन दोनों को एक-दूसरे के ऊपर रख कर कस कर तानिए। इनके बीच के रिक्त स्थान में हवा फूंकिए (चित्र 12.24)। जब तानित रबड़ की पट्टियों के बीच से हवा फूंकी जाती है तो ध्वनि उत्पन्न होती है। हमारे वाक्-तंतु भी ठीक इसी प्रकार ध्वनि उत्पन्न करते हैं। रबड़ की पट्टियों के स्थान पर आप एक मोटा रबड़ का छल्ला भी उपयोग में ला सकते हैं।

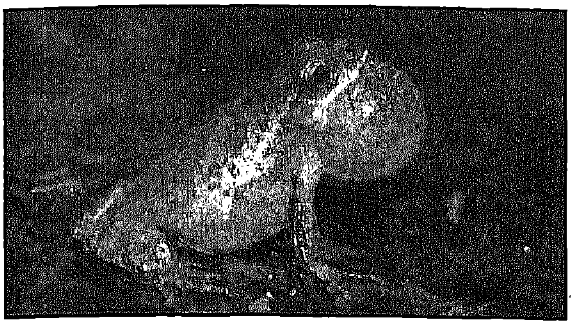


*चित्र 12.24 वाक्-तंतुओं की कार्यविधि*

एक वयस्क पुरुष के वाक्-तंतु की लंबाई लगभग 20 mm होती है। स्त्रियों में यह पुरुषों की अपेक्षा लगभग 5 mm छोटी होती है। बच्चों के वाक्-तंतु बहुत छोटे होते हैं और इसीलिए उनकी वाक् ध्वनि की आवृत्ति अधिक होती है। यही कारण है कि बच्चों की वाक् ध्वनि तीक्ष्ण होती है।

### जंतुओं द्वारा उत्पन्न ध्वनि

कुत्ते, बिल्लियाँ, गायें और अन्य बहुत से जंतु वाक्-तंतुओं द्वारा ध्वनि उत्पन्न करते हैं। लेकिन सभी जंतुओं में वाक्-तंतु नहीं होते। चिड़ियाँ अपनी श्वासनली में उपस्थित उपास्थि छल्लों, जिन्हें **शब्दिनी** कहते हैं, की सहायता से ध्वनि उत्पन्न करती हैं। कुछ चिड़ियों के वाक् यंत्र में दो भाग होते हैं। इसीलिए, ऐसे जंतुओं द्वारा एक ही समय में दो स्वर उत्पन्न किए जा सकते हैं। मक्खियाँ अपने पंखों को तेजी से कंपित करके मर्मर ध्वनि उत्पन्न करती हैं।



*चित्र 12.25 पुंगवाभ मंडूक और उसका फूला हुआ कंठ*

पुंगवाभ मंडूक (बुल-फ्रॉग) एक बड़े सिर वाला मेंढक है जो सामान्यतया अमेरिका में पाया जाता है। यह वाक्-तंतुओं की सहायता से ध्वनि उत्पन्न करता है। लेकिन, अपनी टरटराहट की प्रबलता को बढ़ाने के लिए पुंगवाभ मंडूक अपने कंठ को एक गुब्बारे की भाँति फुला लेता है जिससे उसकी ध्वनि का प्रवर्धन हो जाता है (चित्र 12.25)।

**इन्हें उत्तर दीजिए**

1. जब वाक्-तंतु तने हुए और पतले होते हैं तो किस प्रकार की ध्वनि उत्पन्न होती है?
2. वयस्क पुरुष में वाक्-तंतु की सामान्य लंबाई क्या होती है?
3. क्या सभी जंतु वाक्-तंतुओं द्वारा ध्वनि उत्पन्न करते हैं?

**प्रमुख शब्द**

आयाम, गोलक, टरटराहट, प्रतिध्वनि, आवृत्ति, हर्ट्ज, कंठ, प्रबलता, सुस्वर ध्वनि, शोर, अवरोध, दोलन, दोलन गति, तारत्व, भुजाएँ, तीक्ष्णता, स्पंद, शब्दिनी, स्वरित्र द्विभुज, पराश्रव्य, कंपमान वस्तु, कंपन, वाक्-तंतु, वाक्-यंत्र, श्वासनली, उपास्थि।

## सारांश

ध्वनि कंपन करती हुई वस्तु द्वारा उत्पन्न होती है।

कंपमान वस्तु अपनी माध्य स्थिति के इधर-उधर जिस अधिकतम दूरी तक जाती है उसे आयाम कहते हैं।

एक दोलन पूरा करने में लिए गए समय को आवर्तकाल कहते हैं।

प्रति सेकंड होने वाले दोलनों की संख्या को दोलन की आवृत्ति कहते हैं।

आवृत्ति को हर्ट्ज (Hz) में मापा जाता है।

कंपन का आयाम जितना अधिक होता है, ध्वनि की प्रबलता उतनी ही अधिक होती है।

कंपन की आवृत्ति जितनी अधिक होती है, तारत्व उतना ही अधिक होता है।

मनुष्य के कानों के लिए श्रव्यता की आवृत्तियों का परास 20 Hz से 20000 Hz तक है।

ध्वनि के संचरण के लिए किसी माध्यम की आवश्यकता होती है। ध्वनि का संचरण निर्वात् में नहीं होता।

प्रकाश, ध्वनि की अपेक्षा अत्यंत तीव्र गति से चलता है।

ध्वनि किसी अवरोध से टकराने के पश्चात् परावर्तित हो सकती है। ध्वनि के परावर्तन के कारण प्रतिध्वनि उत्पन्न होती है।

कुछ सतहें, दूसरी सतहों की अपेक्षा ध्वनि की अच्छी परावर्तक होती हैं।

सुखद ध्वनि को सुस्वर ध्वनि तथा अप्रिय ध्वनि को शोर कहते हैं।

मनुष्यों में वाक्-ध्वनि उनके वाक्-तंतुओं के कंपन द्वारा उत्पन्न होती है।

## अभ्यास

प्रश्न 1 से 4 में सही विकल्प चुनिए :

1. निम्नलिखित में से किसकी वाक् ध्वनि की आवृत्ति न्यूनतम हो सकती है?
   - (i) छोटी लड़की
   - (ii) छोटा लड़का
   - (iii) पुरुष
   - (iv) महिला

2. निम्नलिखित में से किस पदार्थ में ध्वनि की चाल अधिकतम होगी?
   - (i) वायु
   - (ii) समुद्र का जल
   - (iii) ताजा जल
   - (iv) लोहा

3. निम्नलिखित में से कौन–सा पदार्थ ध्वनि का अच्छा परावर्तक है?
   - (i) थर्मोकोल
   - (ii) कपड़े का परदा
   - (iii) इस्पात (स्टील)
   - (iv) कागज

4. स्पष्ट प्रतिध्वनि सुनने के लिए परावर्तक सतह की न्यूनतम दूरी होनी चाहिए
   (i) 17 मीटर
   (ii) 34 मीटर
   (iii) 68 मीटर
   (iv) 340 मीटर

5. निम्नलिखित कथनों में सही कथन के सामने 'T' तथा गलत कथन के सामने 'F' लिखिए :
   (i) एक दोलन में लिए गए समय को आवृत्ति कहते हैं।
   (ii) मनुष्य के कानों के लिए श्रव्य आवृत्तियाँ 20 Hz से 20000 Hz तक हैं।
   (iii) प्रकाश, ध्वनि की अपेक्षा अधिक तीव्र गति से चलता है।
   (iv) ध्वनि निर्वात में चल सकती है।
   (v) कंपन की आवृत्ति जितनी कम होगी, तारत्व उतना ही अधिक होगा।
   (vi) प्रतिध्वनि वास्तव में परावर्तित ध्वनि है।

6. निम्नलिखित रिक्त स्थानों की पूर्ति उचित शब्दों द्वारा कीजिए :
   (i) ध्वनि, इस्पात (स्टील) में पानी की अपेक्षा ———— चलती है।
   (ii) जब वस्तुएँ ———— करती हैं तो ध्वनि उत्पन्न होती है।
   (iii) एक सेकंड में होने वाले कंपनों की संख्या को ———— कहते हैं।
   (iv) आवृत्ति को ———— में मापते हैं।
   (v) ध्वनि का ———— में संचरण नहीं हो सकता।
   (vi) एक लोलक, जिसकी आवृत्ति 10 Hz है, का आवर्तकाल ———— होगा।
   (vii) ध्वनि की प्रबलता कंपन के ———— द्वारा निर्धारित की जाती है।

7. यह दर्शाने के लिए कि ध्वनि का संचरण निर्वात् में नहीं हो सकता, किसी एक प्रयोग का वर्णन कीजिए।

8. मान लीजिए कि आप चंद्रमा पर गए हुए हैं। आपके हाथ से एक हथौड़ा छूट कर धातु की एक प्लेट पर गिर जाता है। क्या आपको कोई ध्वनि सुनाई देगी?

9. मनुष्य के कानों के लिए श्रव्य आवृत्तियों का परास बताइए।

10. पराश्रव्य ध्वनि के कोई भी दो उपयोग बताइए।

11. ध्वनि के परावर्तन को दर्शाने के लिए किसी एक प्रयोग का वर्णन कीजिए।

12. पर्दों से सज्जित किसी बड़े कमरे में बगैर पर्दों के कमरे की अपेक्षा ध्वनि अधिक स्पष्ट क्यों सुनाई देती है?

13. एक जहाज ध्वनि के संकेत को सीधे नीचे की ओर प्रेषित करता है और इसकी प्रतिध्वनि का एक सेकंड के पश्चात् अभिग्रहण करता है। इस स्थान पर समुद्र की गहराई कितनी है?
(जल में ध्वनि की चाल = 1430 m/s)

14. आघात तथा झिल्ली वाद्य यंत्रों में से प्रत्येक के दो उदाहरण दीजिए।

15. डोरी वाले वाद्य यंत्रों के दो उदाहरण दीजिए।

16. किसी दूर की पहाड़ी की चोटी से 1.2 s के पश्चात् प्रतिध्वनि सुनाई देती है। यदि वायु में ध्वनि का वेग 340 m/s हो तो पहाड़ी की चोटी की दूरी ज्ञात कीजिए।

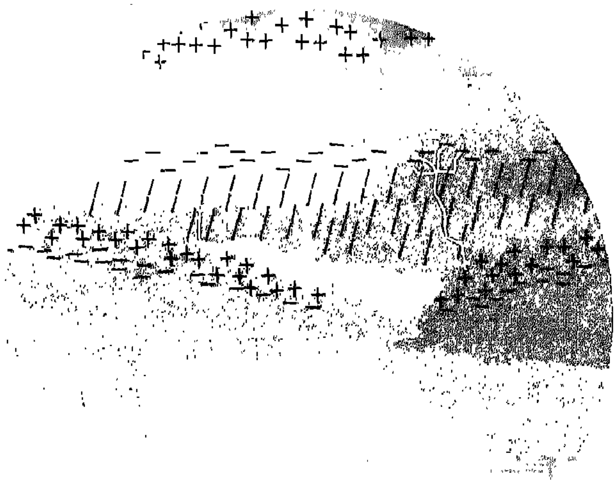
## आंकिक तथा कठिन प्रश्नों के उत्तर

1. (iii) 2. (iv) 3. (iii) 4. (i)

5. (i) F (ii) T (iii) T
(iv) F (v) F (vi) T

6. (i) तीव्र गति से (ii) कंपन
(iii) आवृत्ति (iv) हर्ट्ज
(v) निर्वात (vi) 0.1 s
(vii) आयाम

13. 715 m 16. 204 m



अध्याय 13

# स्थिर विद्युत् आवेश

विद्युत् से हम सभी भली-भाँति परिचित हैं। विद्युत् के बिना हम आधुनिक समाज की कल्पना नहीं कर सकते। हमें उपलब्ध ऊर्जा के रूपों में यह सबसे अधिक सुविधाजनक रूप है। विद्युत् हमारे घरों में, कारखानों में तथा अन्य स्थानों पर विद्युत् शक्ति संयंत्र से तारों द्वारा लाई जाती है। विद्युत् बल्ब, पंखे, रेडियो, टेलीविजन, टेपरिकार्डर, रेफ्रिजरेटर तथा कंप्यूटर के बिना तनिक जीवन की कल्पना कीजिए। स्कूटर, मोटर साइकिल, कार, रेलगाड़ियाँ तथा हवाई जहाज जैसे वाहन भी विद्युत् का उपयोग करते हैं। इस प्रकार विद्युत् का हमारे जीवन में एक महत्वपूर्ण स्थान है। आजकल विद्युत् के बिना जीवन की कल्पना करना असंभव है।

वास्तव में विद्युत् आवेशों के प्रवाह को विद्युत् धारा कहते हैं। आपने पिछली कक्षा में विभिन्न प्रकार के बलों के बारे में अध्ययन करते समय विद्युत् आवेशों के बीच लगने वाले बल के बारे में पढ़ा है। आप जानते हैं कि किसी पैन या प्लास्टिक के स्केल को कागज या संश्लिष्ट कपड़े से रगड़ने पर वह कागज के छोटे-छोटे टुकड़ों को आकर्षित करने लगता है। तथापि, आप यह जानना चाहेंगे कि वस्तुएँ यह गुण क्यों दर्शाती हैं।

विद्युत् धारा के विषय में भली-भाँति समझने के लिए हमें विद्युत् आवेशों की मूल प्रकृति के बारे में जानना आवश्यक है। आप उन विभिन्न विधियों को भी जानना चाहेंगे जिनसे किसी वस्तु को आवेशित -

किया जा सकता है। इस अध्याय में हम स्थिर विद्युत् आवेशों के कुछ गुणों के विषय में अध्ययन करेंगे। विज्ञान की इस शाखा को स्थिर विद्युतिकी भी कहते हैं। इससे हमें विद्युत् के विषय में, जिसका अध्ययन हम उच्च कक्षाओं में करेंगे, अच्छी समझ विकसित करने में सहायता मिलेगी।

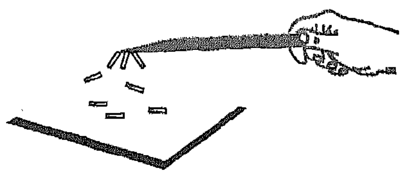
## 13.1 अनावेशित तथा आवेशित वस्तुएँ

अपने दैनिक जीवन के अनुभव से हम प्रायः जानते हैं कि हमारे चारों ओर की वस्तुएँ अपने ऊपर विद्युत् आवेश की उपस्थिति नहीं दर्शाती। उदाहरण के लिए कोई पैन या प्लास्टिक का बना स्केल या थर्मोकोल के टुकड़े एक दूसरे को अथवा कागज के छोटे-छोटे टुकड़ों को आकर्षित नहीं करते। लेकिन हम इन वस्तुओं को आसानी से आवेशित कर सकते हैं। आइए, इसके बारे में जानकारी प्राप्त करें।

### क्रियाकलाप 1

प्लास्टिक का बना एक पैन या स्केल लीजिए। आप थर्मोकोल की पट्टी या शर्बत पीने की नली (स्ट्रा) का भी उपयोग कर सकते हैं। कागज के छोटे-छोटे टुकड़े मेज पर फैलाइए। पैन को कागज के टुकड़ों के पास लाइए। देखिए, क्या होता है? अब लगभग एक मिनट तक पैन के एक सिरे को कागज की एक शीट से रगड़िए। पैन के रगड़े हुए सिरे को कागज के टुकड़ों के पास लाइए। देखिए क्या होता है?

आप देखेंगे कि रगड़ने के बाद पैन कागज के टुकड़ों को आकर्षित करता है (चित्र 13.1)। हम कह सकते हैं कि कागज की शीट से रगड़ने के पश्चात् पैन आवेशित हो गया या इसने विद्युत् आवेश प्राप्त कर लिया। प्लास्टिक के कंघे से सूखे बालों में कंघी करने पर भी आप इसी प्रकार के प्रभाव को देख सकते हैं।



*चित्र 13.1 प्लास्टिक का पैन कागज की शीट से रगड़े जाने पर कागज के छोटे-छोटे टुकड़ों को आकर्षित करता है*

क्या सभी पदार्थ यह गुण दर्शाते हैं? आइए देखें।

### क्रियाकलाप 2

आसानी से मिल जाने वाले विभिन्न पदार्थ या वस्तुएँ एकत्रित कीजिए। आपके संग्रह में विभिन्न प्रकार के कागज, फलालेन के टुकड़े, कपड़े तथा प्लास्टिक, रबड़ के टुकड़े, लोहे की कीलें, चाकू, ऐलुमिनियम की छड़ें या पट्टियाँ, तांबा, मोम और लाख हो सकते हैं। आपके संग्रह में पॉलीथीन के थैलों में बंद किए हुए विभिन्न प्रकार के अनाज, दालें या मसालों के बीज भी हो सकते हैं। इनमें से प्रत्येक को एक-एक करके अपने संग्रह के विभिन्न पदार्थों से रगड़िए और देखिए कि इनमें से कौन-से पदार्थ आसानी से आवेशित हो जाते हैं। अनाज, दालों तथा मसालों के बीजों में, यदि इनको पॉलीथीन के थैलों में ही रगड़ा जाए, तो आवेश के प्रभाव को देखना अपेक्षाकृत आसान है। उन पदार्थों तथा वस्तुओं की सूची बनाइए जो आसानी से आवेशित नहीं होतीं।

आप देखेंगे कि इस विधि के द्वारा लोहा, तांबा तथा ऐलुमिनियम से बनी वस्तुओं को आवेशित करना कठिन है। ऐसा क्यों है? इसका उत्तर हम कुछ समय पश्चात् देंगे।

इन क्रियाकलापों से ज्ञात होता है कि कुछ वस्तुएँ अन्य विशेष पदार्थों से रगड़े जाने पर आवेश ग्रहण कर लेती हैं। जिन वस्तुओं पर आवेश होता है, वह **आवेशित वस्तुएँ** या केवल आवेशित कहलाती हैं।

*कुछ पदार्थों को अन्य विशेष प्रकार के पदार्थों से रगड़े जाने पर उनमें छोटी-छोटी वस्तुओं, जैसे-कागज के छोटे-छोटे टुकड़ों को आकर्षित करने के गुण के विषय में प्राचीन काल से ही ज्ञात था। उदाहरण के लिए, यह ज्ञात था कि ऐम्बर को जब फलालेन से रगड़ा जाता है तो यह तृण-मज्जा गुटिका (पिथ बॉल) या कागज के छोटे-छोटे टुकड़ों को आकर्षित करने लगता है। सोलहवीं शताब्दी में अनेक वैज्ञानिकों ने विभिन्न पदार्थों की जाँच करके यह ज्ञात करना चाहा कि क्या वे दूसरे पदार्थों से रगड़े जाने पर इसी प्रकार का गुण प्रदर्शित करते हैं। इनमें से एक प्रसिद्ध नाम एक अंग्रेज चिकित्सक तथा भौतिकविद् विलियम गिलबर्ट (सन 1540-1603 ई.) का था, जो अपने चुंबक पर किए गए कार्यों के लिए भी जाने जाते हैं। गिलबर्ट ने पाया कि बहुत से रत्न, जैसे-हीरा, नीलम, दूधिया पत्थर (ओपल), कारबंकल, जेट तथा साधारण स्फटिक (रॉक क्रिस्टल) भी रगड़ने पर आकर्षण का गुण प्रदर्शित करते हैं। उन्होंने इन पदार्थों को 'इलेक्ट्रिक' का नाम दिया। इस प्रकार के आकर्षण के गुण को दर्शाने वाले पदार्थों को विद्युतीकृत या विद्युत् आवेश युक्त कहा गया। 'इलेक्ट्रिक' शब्द elektron (इलेक्ट्रॉन) से बना है, जो ग्रीक भाषा में ऐंबर का नाम है।*

## 13.2 आवेशों की प्रकृति

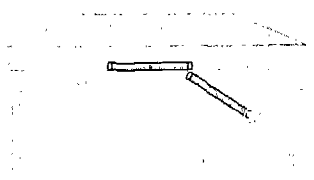
हमने देखा है कि आवेशित वस्तु अनावेशित कागज के छोटे टुकड़ों को आकर्षित करती है। आइए, अब देखें कि जब दो आवेशित वस्तुओं को एक-दूसरे के निकट लाते हैं, तो वे किस प्रकार व्यवहार करती हैं।

### *क्रियाकलाप 3*

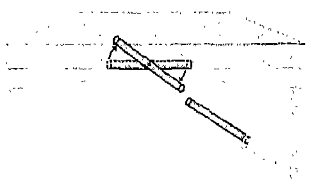
शर्बत पीने की नली (स्ट्रॉ) लीजिए और इसे लगभग दो बराबर भागों में काट लीजिए। इनमें से स्ट्रॉ का एक टुकड़ा लीजिए और इसके मध्य में एक पिन घुसा दीजिए। इस पिन को किसी मेज के किनारे पर या किसी लकड़ी के बोर्ड पर इस प्रकार लगाइए कि स्ट्रॉ ऊर्ध्वाधर दिशा में लटका रहे। स्ट्रॉ के एक सिरे पर धीमे से झटका मारिए और सुनिश्चित कीजिए कि यह पिन के इर्द-गिर्द स्वतंत्रतापूर्वक घूमता है। यह भी सुनिश्चित कीजिए कि सभी पंखे बंद हैं।

अब दूसरे स्ट्रॉ के एक सिरे को कागज से रगड़िए। इस स्ट्रॉ को लटके हुए स्ट्रॉ के निकट लाइए। देखिए क्या होता है [चित्र 13.2 (a)]। आप देखेंगे कि दोनों स्ट्रॉ एक-दूसरे को आकर्षित करते हैं। अब लटके हुए स्ट्रॉ को भी कागज की शीट से रगड़ कर आवेशित कीजिए। दूसरे आवेशित स्ट्रॉ को इसके निकट लाइए [चित्र 13.2 (b)]। आप देखेंगे कि लटका हुआ स्ट्रॉ दूर भागता है। इसका अर्थ हुआ कि दोनों स्ट्रॉ एक-दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं।

उपरोक्त क्रियाकलाप से हमें ज्ञात होता है कि कोई आवेशित वस्तु किसी अनावेशित वस्तु को



(a)



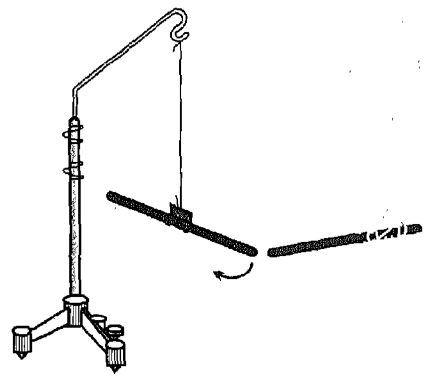
(b)

*चित्र 13.2 (a) कोई आवेशित स्ट्रॉ अनावेशित स्ट्रॉ को आकर्षित करता है*
*(b) दो आवेशित स्ट्रॉ एक-दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं*

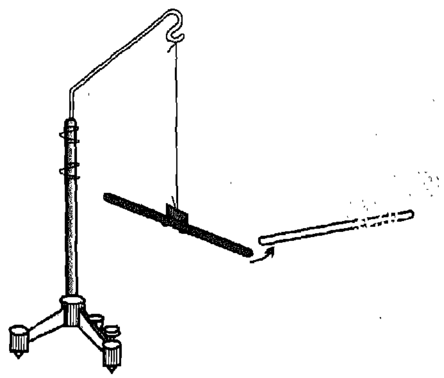
आकर्षित करती है। क्रियाकलाप का दूसरा भाग दर्शाता है कि दो आवेशित वस्तुएँ एक-दूसरे को प्रतिकर्षित करती हैं, यदि वे एक ही पदार्थ की बनी हों और उन्हें एक ही प्रकार से आवेशित किया गया हो। क्या सभी आवेशित वस्तुएँ एक-दूसरे को सदैव प्रतिकर्षित करती हैं? आइए ज्ञात करें।

## *क्रियाकलाप 4*

एबोनाइट की दो छड़ें लीजिए और इनमें से एक को लटकाइए। दोनों छड़ों को फलालेन या ऊनी कपड़े से रगड़ कर आवेशित कीजिए। आवेशित छड़ों को एक-दूसरे के निकट लाइए। आप देखेंगे कि दोनों छड़ें एक-दूसरे को प्रतिकर्षित करती है [चित्र 13.3 (a)]। अब काँच की एक छड़ को सिल्क के कपड़े से रगड़ कर आवेशित कीजिए और इसे लटकी हुई एबोनाइट की आवेशित छड़ के निकट लाइए [चित्र 13.3 (b)]। देखिए क्या होता है?



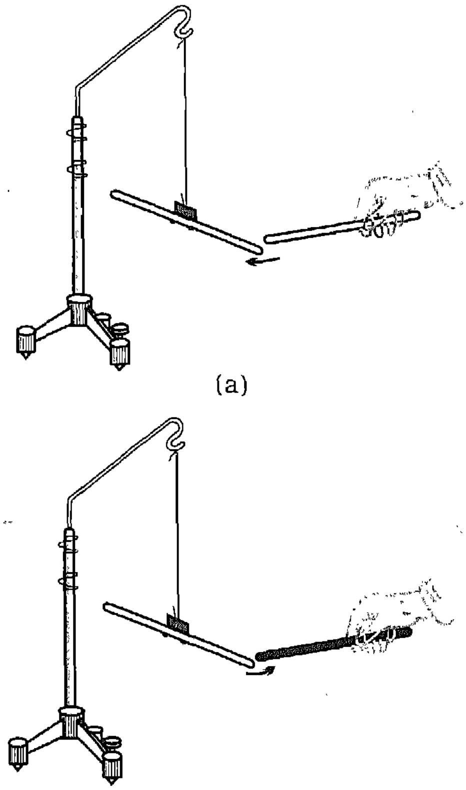
(a)



(b)

*चित्र 13.3 (a) एबोनाइट की दो आवेशित छड़ें एक-दूसरे को प्रतिकर्षित करती हैं*
*(b) एबोनाइट की आवेशित छड़ तथा काँच की आवेशित छड़ एक-दूसरे को आकर्षित करती हैं*

उपरोक्त क्रियाकलाप को एबोनाइट की छड़ों के स्थान पर काँच की छड़ों से दोहराइए। देखिए कि लटकाई गई काँच की आवेशित छड़ किस प्रकार व्यवहार करती है, जब काँच की कोई आवेशित छड़ इसके निकट लाई जाती है [चित्र 13.4 (a)]। एबोनाइट की आवेशित छड़ को इसके निकट लाने से क्या होता है [चित्र 13.4 (b)]?



चित्र 13.4 (a) काँच की दो आवेशित छड़ें एक-दूसरे को प्रतिकर्षित करती हैं
(b) काँच की आवेशित छड़ तथा एबोनाइट की आवेशित छड़ एक-दूसरे को आकर्षित करती हैं

आप देखेंगे कि एबोनाइट की दो आवेशित छड़ें या काँच की दो आवेशित छड़ें एक-दूसरे को प्रतिकर्षित करती हैं। दूसरी ओर, एबोनाइट की आवेशित छड़ काँच की आवेशित छड़ को आकर्षित करती है। इन प्रेक्षणों से हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि दो **आवेशित वस्तुएँ एक-दूसरे को आकर्षित या प्रतिकर्षित कर सकती हैं**। हमें यह भी पता चलता है कि एबोनाइट की छड़ के आवेश की प्रकृति काँच की छड़ के आवेश से भिन्न है।

इसी प्रकार के अन्य प्रयोगों के आधार पर वैज्ञानिक इस निष्कर्ष पर पहुँचे कि प्रकृति में दो प्रकार के आवेश पाए जाते हैं। काँच की छड़ को सिल्क के कपड़े से रगड़ने पर, काँच की छड़ में उत्पन्न आवेश को **धन आवेश** कहा गया। इसे + चिह्न से प्रदर्शित किया जाता है। ऐबोनाइट की छड़ को फलालेन से रगड़ने पर, एबोनाइट में उत्पन्न आवेश को **ऋण आवेश** कहा गया। इसे – चिह्न से प्रदर्शित किया जाता है। यह देखा गया है कि विभिन्न पदार्थों पर उत्पन्न आवेश की प्रकृति या तो धनात्मक है या ऋणात्मक। हमें यह अवश्य ध्यान रखना चाहिए कि किसी एक प्रकार के आवेश को धन चिह्न से प्रदर्शित करना और दूसरे प्रकार के आवेश को ऋणात्मक मानना केवल एक मान्य परिपाटी है।

हमने यह देखा है कि समान आवेशयुक्त दो वस्तुएँ एक-दूसरे को प्रतिकर्षित करती हैं। यह आवेश चाहे धनात्मक हो या ऋणात्मक। इसी प्रकार असमान आवेश की दो वस्तुएँ एक-दूसरे को आकर्षित करती हैं। अत: हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि **सजातीय ( या समान ) आवेश परस्पर प्रतिकर्षित होते हैं, जबकि विजातीय ( या असमान ) आवेश परस्पर आकर्षित होते हैं।**

किसी आवेशित वस्तु की किसी अन्य (दूसरी) आवेशित वस्तु पर होने वाली क्रिया या दो आवेशों के बीच अन्योन्य क्रिया हमें यह निर्धारित करने में सहायता कर सकती है कि दी हुई वस्तु आवेशित है या नहीं। मान लीजिए, आपको ज्ञात करना है कि दी हुई वस्तु आवेशित है या नहीं। आप दी हुई वस्तु को किसी आवेशित वस्तु के निकट लाकर यह जाँच कर सकते हैं, कि वे एक दूसरे को आकर्षित करती हैं या प्रतिकर्षित। यदि ये प्रतिकर्षित होती हैं, तो आप निश्चयपूर्वक कह सकते हैं कि दी हुई वस्तु आवेशित है। प्रतिकर्षण से यह भी पुष्टि होती है कि दोनों वस्तुओं पर आवेश की प्रकृति एक

जैसी है। लेकिन यदि दी हुई वस्तु, आवेशित वस्तु को आकर्षित करती है, तो आपका निष्कर्ष क्या होगा? कोई आवेशित वस्तु, अनावेशित वस्तु तथा विजातीय आवेशित वस्तु, दोनों को ही आकर्षित करती है। इस प्रकार हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि **दो वस्तुओं के बीच में परस्पर प्रतिकर्षण इस बात का निश्चित प्रमाण है कि दोनों ही वस्तुएँ आवेशित हैं।**

**इनके उत्तर दीजिए**

1. शुष्क बालों में कंघी करने से दो एक समान कंघों में से एक आवेशित हो गया है। आप कैसे ज्ञात करेंगे कि उनमें से कौन-सा कंघा आवेशित है। कारण सहित व्याख्या कीजिए।
2. विभिन्न प्रकार के आवेशों के नाम लिखिए।
3. एबोनाइट की छड़ को फलालेन के कपड़े से रगड़ने पर छड़ में उत्पन्न आवेश की प्रकृति बताइए।
4. ऋण आवेशित कोई वस्तु उसके पास रखी किसी अन्य आवेशित वस्तु को आकर्षित करती है। दूसरी वस्तु पर आवेश की प्रकृति क्या है?
5. पॉलीथीन की थैली में रखे सरसों या राई के कुछ दानों को कुछ देर रगड़ने के पश्चात् जब एक प्लेट में डाला जाता है, तो वे एक-दूसरे से दूर भागते हैं। व्याख्या कीजिए।

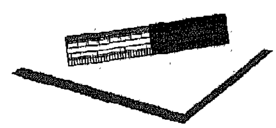
## 13.3 वस्तु को आवेशित करने की विभिन्न विधियाँ

विभिन्न पदार्थों को रगड़कर आवेशित करना हम सीख चुके हैं। हम जानते हैं कि जब दो सतहों को आपस में रगड़ा जाता है, तो घर्षण उत्पन्न होता है। दूसरे शब्दों में हम कह सकते हैं कि किसी वस्तु को घर्षण द्वारा आवेशित किया जा सकता है। किसी वस्तु को आवेशित करने की इस विधि को **घर्षण द्वारा आवेशित करना** कहते हैं।

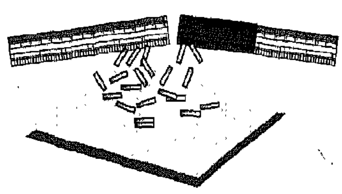
अब तक हमने देखा है कि घर्षण द्वारा आवेशित करने में दोनों वस्तुओं में से एक आवेशित हो जाती है। दूसरी वस्तु का क्या होता है? क्या इस पर भी आवेश उत्पन्न होता है? आइए ज्ञात करें।

### *क्रियाकलाप 5*

15 cm लंबा प्लास्टिक का एक स्केल और लगभग 6-7 cm लंबा फलालेन या ऊनी कपड़ा लीजिए। चित्र 13.5 (a) में दर्शाए अनुसार कपड़े को गोंद की सहायता से स्केल पर चिपकाइए। आप फलालेन या ऊनी कपड़े की एक टोपी सिल कर भी स्केल पर अस्तर की भाँति चढ़ा सकते हैं। ध्यान रहे कि स्केल टोपी द्वारा कसकर जकड़ी होनी चाहिए। अब फलालेन या ऊनी कपड़ा चढ़े इस स्केल को प्लास्टिक के एक अन्य स्केल के साथ कुछ मिनट तक रगड़िए [चित्र 13.5 (b)]। दोनों स्केलों के रगड़े हुए सिरों को एक-एक करके कागज के टुकड़ों के समीप लाइए। आप क्या देखते हैं? आप देखेंगे कि दोनों ही स्केल कागज के टुकड़ों को आकर्षित करते हैं। इसका अर्थ हुआ



(a)



(b)

***चित्र 13.5** (a) ऊनी अस्तर चढ़ा प्लास्टिक का एक स्केल (b) रगड़ने पर दोनों वस्तुएँ आवेशित होती हैं*

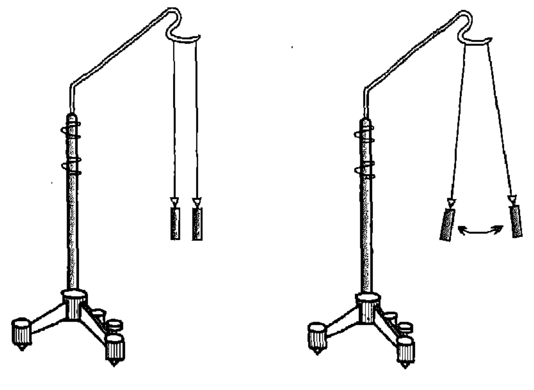
कि जब दो वस्तुओं को आपस में रगड़ा जाता है, तो वे दोनों ही आवेशित होती हैं।

अब दोनों स्केलों को एक-दूसरे के साथ फिर से रगड़िए। दोनों को संपर्क में रखे हुए ही एक साथ कागज के टुकड़ों के पास लाइए। आप देखेंगे कि स्केलों द्वारा कागज के टुकड़े आकर्षित नहीं होते। अब एक-एक करके स्केल को कागज के टुकड़ों के पास लाइए। आप क्या देखते हैं? प्रत्येक स्केल कागज के टुकड़ों को आकर्षित करता है। इस प्रकार हमें ज्ञात होता है कि स्केलों को रगड़ने के बाद यदि उन्हें संपर्क में रखा जाए तो वह किसी आवेशित वस्तु की भाँति व्यवहार नहीं करते। यद्यपि इनमें से प्रत्येक अलग-अलग आवेशित वस्तु की भाँति व्यवहार करता है।

जब दो वस्तुओं को आपस में रगड़ा जाता है तो दोनों ही आवेशित होती हैं और इनके द्वारा प्राप्त (उपार्जित) आवेश का परिमाण समान होता है तथा आवेश की प्रकृति परस्पर विपरीत होती है। यदि किसी आवेशित वस्तु को किसी अनावेशित वस्तु के संपर्क में लाते हैं तो क्या होता है? आइए ज्ञात करें।

## क्रियाकलाप 6

ऐलुमिनियम की पन्नी को लपेट कर दो खोखले सिलिंडर बनाइए। इनके सिरों को सिल्क या सूती धागे से बाँध कर 5-7 cm की दूरी पर लकड़ी के किसी स्टैंड से लटका दीजिए [चित्र 13.6 (a)]। अब एक थर्मोकोल के टुकड़े को कागज की शीट से रगड़कर आवेशित कीजिए। ऐलुमिनियम के दोनों सिलिंडरों को बारी-बारी से थर्मोकोल के टुकड़े से स्पर्श कराइए। देखिए कि ऐलुमिनियम सिलिंडरों को आवेशित वस्तु के संपर्क में लाने के पश्चात् क्या होता है [चित्र 13.6 (b)]? क्या आप देखते हैं कि दोनों सिलिंडर एक-दूसरे से दूर भाग जाते हैं।


(a) (b)

**चित्र 13.6** *(a) सिल्क या सूती धागे से ऐलुमिनियम के दो सिलिंडर लटके हुए*
*(b) आवेशित वस्तु के संपर्क में आने के पश्चात् सिलिंडर एक-दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं*

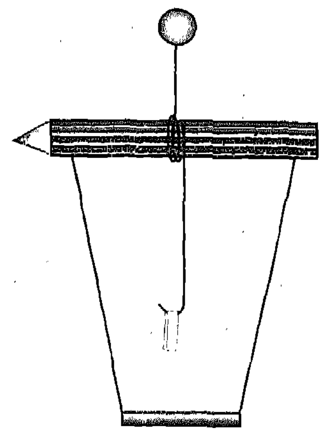
ऐलुमिनियम सिलिंडरों के बीच प्रतिकर्षण यह दर्शाता है कि इन दोनों पर समान प्रकृति का आवेश है। सिलिंडरों ने आवेश, आवेशित वस्तु के संपर्क में आने के पश्चात् प्राप्त (उपार्जित) किया। दूसरे शब्दों में हम कह सकते हैं कि किसी वस्तु को आवेशित वस्तु के संपर्क में लाने पर वह वस्तु आवेशित हो जाती है। इस प्रकार किसी अनावेशित वस्तु को आवेशित वस्तु के संपर्क में लाकर आवेशित किया जा सकता है। किसी वस्तु को इस प्रकार आवेशित करने की विधि को **संपर्क या चालन द्वारा आवेशित करना** कहते हैं। यदि वस्तु को चालन या संपर्क द्वारा आवेशित किया जाता है तो वह आवेशित करने वाली वस्तु की प्रकृति का ही आवेश उपार्जित करती है।

## 13.4 विद्युतदर्शी (इलेक्ट्रोस्कोप)

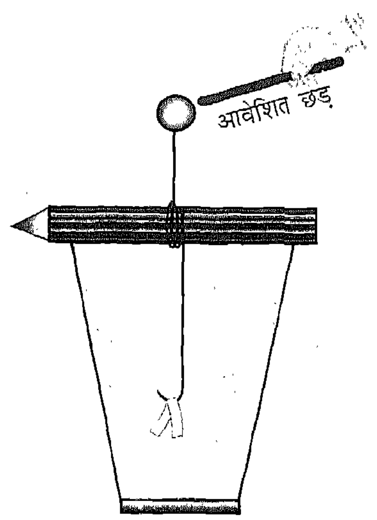
कोई वस्तु आवेशित है या नहीं और इसके आवेश की प्रकृति क्या है, इस बात की पुष्टि करने के लिए उपयोग की जाने वाली एक युक्ति को विद्युतदर्शी कहते हैं। विद्युतदर्शी के कार्यकारी सिद्धांत को समझने के लिए आइए एक क्रियाकलाप करें।

### *क्रियाकलाप 7*

लकड़ी की कोई बेलनाकार वस्तु जैसे पेंसिल लीजिए और एक मोटे तार का टुकड़ा लीजिए। तार के एक सिरे को पेंसिल के बीच में दो-तीन बार लपेटिए। तार के बाकी हिस्से को पेंसिल के लंबवत् रहने दीजिए [चित्र 13.7 (a)]। तार के स्वतंत्र सिरे को मोड़ कर एक हुक बना लीजिए। ऐलुमिनियम की पन्नी की लगभग 5-6 cm लंबी लेकिन पतली (लगभग 1 cm चौड़ी) पट्टी लीजिए। इसे मोड़कर तार के बनाए हुए हुक पर रख दीजिए। सुनिश्चित कीजिए कि तार के हुक के दोनों ओर मुड़ी हुई पट्टी स्वतंत्रतापूर्वक लटकी रहे। इस व्यवस्था को काँच के किसी बर्तन में इस प्रकार रखिए कि तार तथा ऐलुमिनियम की पट्टी बर्तन की दीवारों या पेंदी को स्पर्श न करे। ऐलुमिनियम की पन्नी की एक छोटी-सी गेंद बनाकर पेंसिल पर लिपटे तार के सिरे (टिप) पर लगा दीजिए। किसी आवेशित वस्तु जैसे काँच की छड़ या थर्मोकोल की पट्टी को ऐलुमिनियम की गेंद के संपर्क में लाइए। देखिए क्या होता है? आप देखेंगे कि आवेशित वस्तु के ऐलुमिनियम की गेंद को स्पर्श करते ही ऐलुमिनियम की पट्टी की दोनों परतें (पत्तियाँ) अपसारित हो जाती हैं [चित्र 13.7 (b)]।



(a)



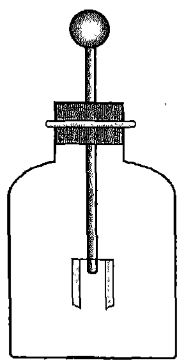

(b)

*चित्र 13.7 (a) लकड़ी के बेलन पर लिपटा कोई मोटा तार (b) ऐलुमिनियम की गेंद को आवेशित वस्तु से स्पर्श कराते ही ऐलुमिनियम की पट्टी अपसारित हो जाती है.*

ऐलुमिनियम की पट्टी, धातु का तार तथा ऐलुमिनियम की गेंद, सब एक-दूसरे के संपर्क में हैं। जब ऐलुमिनियम की गेंद को आवेशित वस्तु से स्पर्श कराते हैं, तो ऐलुमिनियम की पट्टी की दोनों परतें (पत्तियाँ) चालन के कारण समान आवेश

उपार्जित कर लेती हैं। इस प्रकार वे एक-दूसरे को प्रतिकर्षित करती हैं तथा पट्टी की दोनों पत्तियाँ अपसारित हो जाती हैं। यह क्रियाकलाप विद्युत्दर्शी के कार्यकारी सिद्धांत की व्याख्या करता है।

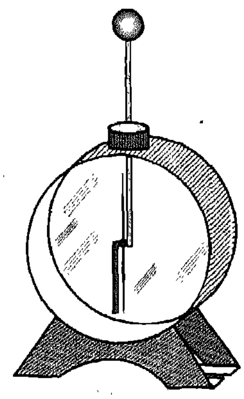
विद्युत्दर्शी में प्रायः धातु की एक छड़ होती है जिसके एक सिरे पर धातु का एक गोला या डिस्क (चक्रिका) जुड़ी होती है। धातु की छड़ के दूसरे सिरे पर धातु की दो पन्नी अथवा पत्र जुड़े होते हैं। ये पत्र काँच के एक जार में बंद होते हैं। चित्र 13.8 में एक स्वर्ण पत्र विद्युत्दर्शी दर्शाया गया है। यदि कोई अनावेशित वस्तु विद्युत्दर्शी के



***चित्र 13.8*** *स्वर्ण पत्र विद्युत्दर्शी*

संपर्क में लाई जाती है तो इसके पत्रों में कोई अपसरण नहीं देखा जाता। दूसरी ओर यदि विद्युत्दर्शी के संपर्क में कोई आवेशित वस्तु लाई जाती है तो इसके स्वर्ण पत्र अपसारित हो जाते हैं। आवेशित वस्तु को हटा लेने पर भी पत्र अपसारित रहते हैं और कहा जाता है कि विद्युत्दर्शी आवेशित है। विद्युत्दर्शी को इस प्रकार आवेशित करने की विधि को **चालन द्वारा आवेशित** करना कहते हैं। इस प्रकार किसी विद्युत्दर्शी को चालन द्वारा आवेशित करना हमें यह जानने में सहायक हो सकता है कि कोई वस्तु आवेशित है या नहीं।

*कुछ विद्युत्दर्शियों में धातु की एक हल्की तथा पतली सुई, धातु की छड़ के निचले सिरे पर इस प्रकार कीलकित होती है कि वह स्वतंत्रतापूर्वक घूर्णन कर सके (चित्र 13.9)। इस छड़ के दूसरे सिरे पर धातु का एक गोला या प्याला जोड़ दिया जाता है। धातु की छड़ तथा सुई धातु के एक बर्तन में रखी होती हैं जिसके दोनों ओर काँच की*



***चित्र 13.9*** *विद्युत्दर्शी का एक अन्य डिज़ाइन*

*खिड़कियाँ लगी होती हैं। धातु की छड़ को बर्तन में स्थापित करने के लिए लकड़ी, प्लास्टिक या थर्मोकोल जैसे पदार्थों का उपयोग करते हैं जिससे कि यह बर्तन के संपर्क में न आए।*

*सामान्य अवस्था में विद्युत्दर्शी की सुई छड़ के संपर्क में ऊर्ध्वाधर स्थिति में रहती है। जब किसी आवेशित वस्तु को विद्युत्दर्शी के संपर्क में लाते हैं तो यह अपने कुछ आवेश को विद्युत्दर्शी को स्थानांतरित कर देती है। यह आवेश विद्युत्दर्शी की धातु की छड़ तथा सुई में वितरित हो जाता है। छड़ तथा सुई में समान प्रकृति का आवेश होने से प्रतिकर्षण के कारण सुई में घूर्णन होता है या यह विक्षेपित होती है। विद्युत्दर्शी की सुई का विक्षेपण दर्शाता है कि यह चालन द्वारा आवेशित हो गया है।*

जब आप किसी आवेशित विद्युत्दर्शी को स्पर्श करते हैं तो क्या होता है? ऐसा करते ही इसके पत्र

बंद हो जाते हैं अर्थात् पत्रों में निपात होता है। जब आप आवेशित विद्युत्दर्शी को स्पर्श करते हैं, तो आपका शरीर, पृथ्वी तथा विद्युत्दर्शी तीनों एकल आवेशित वस्तु की भाँति व्यवहार करते हैं। क्योंकि पृथ्वी का आकार बहुत बड़ा है, अतः प्रायः समस्त आवेश इसमें चला जाता है। इसलिए, विद्युत्दर्शी अपने ऊपर कोई आवेश नहीं दर्शाता। इस परिघटना को **भू-संपर्क** कहते हैं।

अब हम समझ सकते हैं कि धातु के किसी टुकड़े को हाथ से पकड़ कर घर्षण विधि द्वारा आवेशित करना कठिन क्यों है। घर्षण द्वारा धातु के टुकड़े में जो भी आवेश स्थानांतरित होता है वह भू-संपर्क के कारण समाप्त हो जाता है।

**इन्हें उत्तर दीजिए**

1. प्लास्टिक से बने किसी पैन को घर्षण विधि द्वारा आप किस प्रकार आवेशित करेंगे? समझा कर लिखिए।
2. किन्हीं दो ऐसी विधियों के नाम बताइए जिनके द्वारा किसी वस्तु को आवेशित किया जा सकता है।
3. काँच की एक छड़ को सिल्क के टुकड़े से रगड़ा गया और इसके पश्चात् इसे सूती धागे से लटकाए गए धातु की किसी पिन के संपर्क में लाया गया। क्या पिन आवेशित होगा? यदि हाँ, तो इस पर आवेश की प्रकृति क्या होगी?
4. घर्षण विधि द्वारा लोहे की किसी छड़ को आवेशित करना क्यों कठिन है?
5. किसी वस्तु पर आवेश की उपस्थिति प्रदर्शित (संसूचित) करने के लिए उपयोग किए जाने वाली युक्ति का नाम बताइए।

*विद्युत् आवेशों को खोज के समय से ही वैज्ञानिक आवेशों के गुणों के बारे में अपने प्रेक्षणों का स्पष्टीकरण देने का प्रयत्न करते रहे हैं। समय-समय पर अनेक सिद्धांत प्रस्तुत किए जाते रहे हैं। अठारहवीं शताब्दी के प्रारंभ में, यह समझा जाता था कि आवेशित वस्तुओं के आकर्षण तथा प्रतिकर्षण के गुण का कारण, उन्हें आपस में रगड़ने की प्रक्रम में, उनके बीच एक प्रकार के तरल का आदान-प्रदान होना है। इस तरल को विद्युत् तरल (इलेक्ट्रिक फ्लुइड) का नाम दिया गया। एक फ्रांसीसी रसायनज्ञ चार्ल्स ड्यू फे (सन 1698-1739 ई.) ने सुझाव दिया कि विद्युत् तरल दो प्रकार के होते हैं। लेकिन अमेरिकी विद्वान बैंजामिन फ्रेंकलिन (सन 1706 - 1790 ई.) ने इस विचार को चुनौती दी। उन्होंने कहा कि सभी वस्तुओं में सामान्य अवस्था में केवल एक प्रकार का ही विद्युत् तरल होता है। उन्होंने सुझाया कि किसी अनावेशित वस्तु में इस तरल की सामान्य मात्रा होती है और इसलिए यह न आकर्षण दर्शाती है और न ही प्रतिकर्षण। इसके विपरीत जब दो वस्तुओं को आपस में रगड़ा जाता है तो कुछ विद्युत् तरल एक वस्तु से दूसरी वस्तु में प्रवाहित हो जाता है। परिणामस्वरूप एक वस्तु में विद्युत् तरल की मात्रा अधिक हो जाती है और दूसरी वस्तु में उतनी ही मात्रा की कमी हो जाती है।*

## 13.5 परमाणुओं में विद्युत् आवेश

हम जानते हैं कि किसी वस्तु को घर्षण द्वारा या संपर्क द्वारा आवेशित किया जा सकता है। इसके अतिरिक्त जब दो वस्तुओं को आपस में रगड़ा जाता है तो दोनों पर ही समान परिमाण (मात्रा) में परंतु विपरीत प्रकृति का आवेश आ जाता है। आप यह जानने के लिए उत्सुक होंगे कि ये आवेश कहाँ से प्रकट होते हैं?

घर्षण द्वारा वस्तुओं के आवेशित होने का कारण समझने के लिए हमें पदार्थ की संरचना को जानना आवश्यक है। आप जानते हैं कि पदार्थ छोटे-छोटे कणों से मिल कर बना है जिन्हें परमाणु कहते हैं। विभिन्न तत्वों के परमाणु एक-दूसरे से

भिन्न होते हैं। किसी भी तत्व के प्रत्येक परमाणु में धन तथा ऋण आवेशों वाले कणों की संख्या बराबर होती है। ये आवेश एक-दूसरे के प्रभाव को निष्प्रभावित या निरस्त कर देते हैं। यही कारण है कि कोई परमाणु विद्युत्-उदासीन होता है।

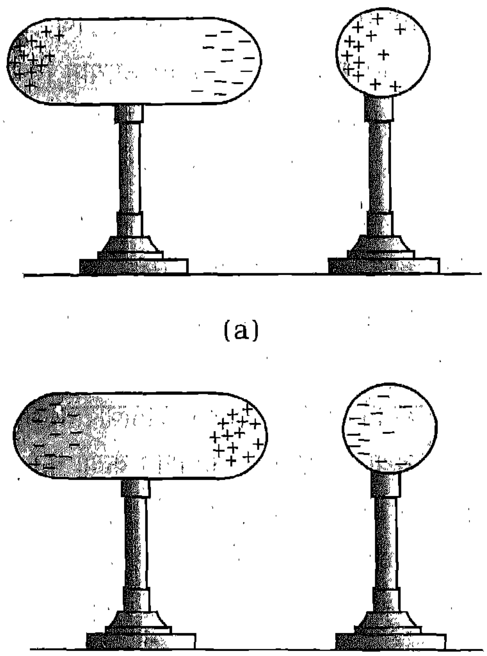
अब हम समझ सकते हैं कि रगड़ने या घर्षण से कोई वस्तु आवेशित क्यों हो जाती है। सामान्य परिस्थितियों में किसी परमाणु में आवेशित कण उसमें ही बद्ध रहते हैं। परंतु कुछ साधारण भौतिक प्रक्रमों, जैसे रगड़ने से, परमाणु के कुछ आवेशित कणों को अलग करना संभव है। सामान्यत: ऋण आवेशित कणों को इस प्रकार से गतिमान किया जा सकता है। जब हम काँच की किसी छड़ को सिल्क के कपड़े से रगड़ते हैं तो ऋण आवेशित कुछ कण काँच की छड़ से सिल्क के कपड़े की ओर चले जाते हैं। परिणामस्वरूप काँच की छड़ में धन आवेशित कणों की अधिकता हो जाती है। इस प्रकार काँच की छड़ धन आवेशित वस्तु की भाँति व्यवहार करने लगती है। सिल्क के कपड़े पर ऋण आवेशित कणों की अधिकता के कारण, इसे ऋण-आवेशित वस्तु की भाँति व्यवहार करना चाहिए। इसी प्रकार फलालेन के कपड़े से रगड़ने पर एबोनाइट की छड़ ऋण आवेशित हो जाती है क्योंकि ऋण आवेशित कण फलालेन से इसकी ओर स्थानांतरित हो जाते हैं। अब क्योंकि फलालेन के टुकड़े द्वारा ऋण आवेशित कुछ कण एबोनाइट की छड़ की ओर स्थानांतरित कर दिए गए हैं, अत: ऋण आवेशित कणों की कमी हो जाने के कारण फलालेन का कपड़ा धन आवेशित हो जाता है।

## 13.6 प्रेरण द्वारा आवेशित करना

हम पढ़ चुके हैं कि किसी वस्तु को घर्षण द्वारा तथा चालन द्वारा किस प्रकार आवेशित करते हैं। इनके अतिरिक्त एक अन्य विधि है जिसे किसी वस्तु को आवेशित करने के लिए उपयोग किया जा सकता है। आइए, पहले हम यह समझने का प्रयत्न करें कि कोई आवेशित वस्तु किसी अनावेशित वस्तु को आकर्षित क्यों करती है। हम यह जानकारी भी प्राप्त करेंगे कि दो आवेशित वस्तुएँ जब एक-दूसरे के समीप लाई जाती हैं तो उनमें आकर्षण या प्रतिकर्षण क्यों होता है।

हम जानते हैं कि किसी अनावेशित वस्तु में धनात्मक तथा ऋणात्मक आवेशित कणों की संख्या बराबर होती है। मान लीजिए कोई धनावेशित वस्तु किसी अनावेशित वस्तु के निकट लाई जाती है। अनावेशित वस्तु में ऋण आवेशित कण इसकी ओर आकर्षित होंगे जबकि धन आवेशित कण इससे प्रतिकर्षित होंगे। परिणामस्वरूप, अनावेशित वस्तु के कुछ परमाणुओं के ऋण आवेशित कण उस सिरे की ओर चले जाएँगे जो धन आवेशित वस्तु की ओर रखा है। इस प्रकार अनावेशित वस्तु के उस सिरे पर ऋण आवेशित कणों का आधिक्य हो जाएगा जो धन आवेशित वस्तु के निकट है। वस्तु का जो सिरा धन आवेशित वस्तु के दूसरी ओर है, उस पर धन आवेशित कणों का आधिक्य होगा [चित्र 13.10 (a)]। यदि कोई ऋण आवेशित वस्तु अनावेशित वस्तु के निकट लाई जाती है तो धन तथा ऋणात्मक कणों की स्थिति इसके विपरीत होगी [चित्र 13.10 (b)]। इस प्रकार, किसी अनावेशित वस्तु के समीप आवेशित वस्तु लाने पर, अनावेशित वस्तु के ऋण आवेशित कणों में गति होती है। परिणामस्वरूप इसमें आवेशित कण पुनर्वितरित हो जाते हैं। इस परिघटना को **प्रेरण** कहते हैं।

अब हम स्पष्ट कर सकते हैं कि कोई आवेशित वस्तु किसी अनावेशित वस्तु को क्यों आकर्षित



(a)

(b)

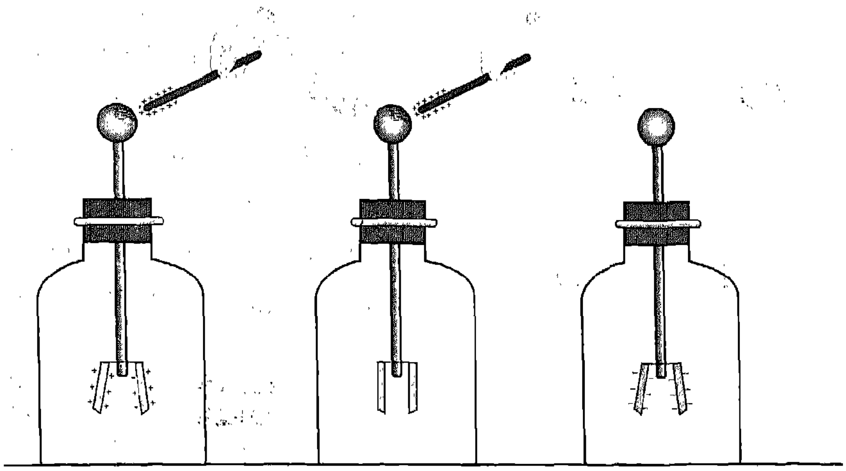
*चित्र 13.10 किसी आवेशित वस्तु को अनावेशित वस्तु के निकट लाने पर, उसके आवेशित कण पुनर्वितरित हो जाते हैं*

करती है। यह आकर्षण वास्तव में किसी आवेशित वस्तु तथा इसके द्वारा अनावेशित वस्तु में प्रेरित विपरीत आवेशों के बीच होता है। जब आवेशित वस्तु को दूर हटा देते हैं, तो अनावेशित वस्तु में धन एवम् ऋण आवेशयुक्त कण पुनः समान रूप से वितरित हो जाते हैं और अब यह कोई आवेश नहीं दर्शाती।

## क्रियाकलाप 8

एक विद्युत्दर्शी लीजिए। इसके ऊपरी सिरे के पास कोई आवेशित वस्तु लाइए। वस्तु को विद्युत्दर्शी से स्पर्श न होने दीजिए। विद्युत्दर्शी के पत्र अपसारित होंगे [चित्र 13.11 (a)]। अब आवेशित वस्तु को हटाए बिना, विद्युत्दर्शी के सिरे पर लगी डिस्क को अपनी अंगुली से स्पर्श कीजिए। विद्युत्दर्शी के पत्रों में अपसरण समाप्त हो जाएगा [चित्र 13.11 (b)]। अब पहले अंगुली को हटाइए और फिर आवेशित वस्तु को भी हटा लीजिए। आवेशित वस्तु को दूर ले जाते ही विद्युत्दर्शी के पत्र पुनः अपसारित हो जाते हैं [चित्र 13.11 (c)]। पत्रों का अपसरण दर्शाता है कि विद्युत्दर्शी पर कुछ आवेश है, यद्यपि अब इसके समीप कोई आवेशित वस्तु नहीं है। वास्तव में, आपने विद्युत्दर्शी को प्रेरण द्वारा आवेशित कर लिया है।

आइए, अब उपरोक्त प्रेक्षण की व्याख्या करें। मान लीजिए विद्युत्दर्शी की डिस्क के निकट एक धन आवेशित वस्तु लाई गई है। आवेशित वस्तु विद्युत्दर्शी में प्रेरण द्वारा आवेश उत्पन्न करती है। परिणामस्वरूप विद्युतदर्शी के डिस्क वाले सिरे की ओर ऋण आवेशित कणों का आधिक्य हो जाएगा। विद्युत्दर्शी के पत्रों पर धन आवेशित कणों का आधिक्य होगा। विद्युत्दर्शी के पत्रों का प्रारंभिक अपसरण उन पर समान धन आवेशों के बीच प्रतिकर्षण के कारण होता है [चित्र 13.11 (a)]। विद्युत्दर्शी को स्पर्श करने पर पत्रों का धन आवेश भू-संपर्क के कारण समाप्त हो जाता है। इसलिए पत्र निपात हो जाते हैं [चित्र 13.11 (b)]। विद्युत्दर्शी के डिस्क वाले सिरे की ओर संचित ऋण आवेशित कणों का आधिक्य, इसके निकट धन आवेशित वस्तु के आकर्षण के कारण गति नहीं कर सकता। अंगुली तथा आवेशित वस्तु को दूर हटा लेने पर यह ऋण आवेश विद्युत्दर्शी में




*चित्र 13.11 (a) धन आवेशित वस्तु को विद्युतदर्शी के पास लाने पर इसके पत्र अपसारित हो जाते हैं*
*(b) आवेशित वस्तु को हटाए बिना विद्युतदर्शी का भू-संपर्क करने पर पत्रों का अपसरण समाप्त हो जाता है तथा*
*(c) आवेशित वस्तु को दूर ले जाने पर पत्र फिर से अपसारित हो जाते हैं*

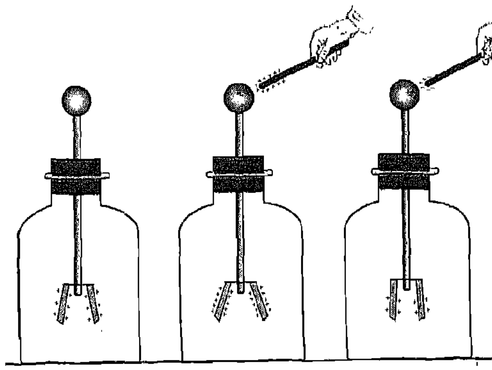
एकसमान रूप से पुनर्वितरित हो जाते हैं। इस प्रकार विद्युतदर्शी के पत्रों पर ऋण आवेश आ जाने के कारण ये फिर से अपसरित हो जाती हैं [चित्र 13.11 (c)]। ध्यान दीजिए कि विद्युतदर्शी के आवेश की प्रकृति, प्रेरण के लिए उपयोग की गई आवेशित वस्तु के आवेश की प्रकृति के विपरीत है। प्रेरण द्वारा कोई ऋण आवेशित वस्तु, विद्युतदर्शी को धनावेशित तथा धन आवेशित वस्तु उसे ऋण आवेशित करती है।

इस प्रकार किसी वस्तु को प्रेरण द्वारा आवेशित करने में, उस वस्तु द्वारा उपार्जित आवेश, इस वस्तु पर आवेश प्रेरित करने वाली वस्तु के आवेश की प्रकृति से विपरीत प्रकार का होता है। इसके विपरीत चालन द्वारा आवेशित करने में, आवेशित वस्तु दूसरी वस्तु को समान प्रकृति का आवेश ही स्थानांतरित करती है। कोई वस्तु आवेशित है या नहीं, यह जानने के लिए आवेशित विद्युतदर्शी एक सुविधाजनक युक्ति है।

## क्रियाकलाप 9

एक विद्युतदर्शी लीजिए और इसे चालन विधि द्वारा धन आवेश से आवेशित कीजिए [चित्र 13.12 (a)]। आवेशित विद्युतदर्शी के पास एक धन आवेशित वस्तु लाइए [चित्र 13.12 (b)]। विद्युतदर्शी के पत्रों में अपसरण और अधिक बढ़ जाएगा। अब धन आवेशित विद्युतदर्शी के निकट पहले एक ऋण आवेशित वस्तु और इसके बाद कोई अनावेशित वस्तु लाइए। आप देखेंगे कि दोनों ही दशाओं में पत्रों में अपसरण घट जाता है। अब इसी प्रक्रम को किसी ऋण आवेशित विद्युतदर्शी के साथ दोहराइए। इस बार विद्युतदर्शी के निकट ऋण आवेशित वस्तु लाने पर पत्रों में अपसरण बढ़ जाता है। ऋण आवेशित विद्युतदर्शी

के पास धन आवेशित या अनावेशित वस्तु लाने पर, पत्रों में अपसरण घट जाता है।



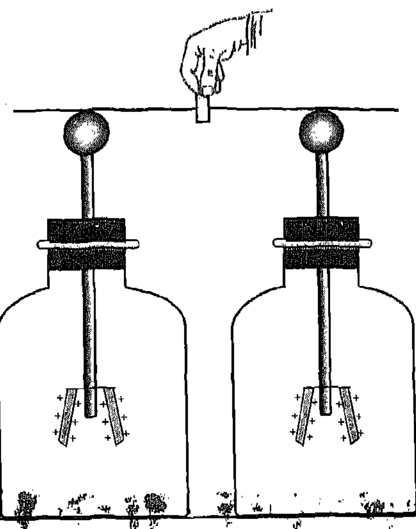

*चित्र 13.12 (a) आवेशित विद्युत्दर्शी के पत्रों में अपसरण (b) बढ़ जाता है जब समान आवेश से आवेशित वस्तु इसके निकट लाई जाती है और (c) घट जाता है यदि विपरीत आवेशित या अनावेशित वस्तु निकट लाई जाए*

इस प्रकार विद्युत्दर्शी को किसी ज्ञात आवेश से आवेशित करके, इसके पास किसी वस्तु को लाने पर, वस्तु पर आवेश की प्रकृति ज्ञात की जा सकती है। व्यापक रूप में, किसी वस्तु पर आवेश की उपस्थिति और इसकी प्रकृति ज्ञात करने के लिए, हमें दो विपरीत आवेश से आवेशित विद्युत्दर्शियों की आवश्यकता होगी।

आवेशित विद्युत्दर्शी का उपयोग यह जानने के लिए भी किया जा सकता है कि कोई पदार्थ विद्युत् आवेश का चालक है अर्थात् विद्युत् आवेश को अपने अंदर से गुजरने देता है या नहीं।

## क्रियाकलाप 10

दो विद्युत्दर्शी लीजिए और इनमें से एक को आवेशित कीजिए। धातु का एक मोटा तार लीजिए और इसे थर्मोकोल या लकड़ी के एक टुकड़े में से गुजारिए जिससे कि थर्मोकोल या लकड़ी का टुकड़ा एक हत्थे की भाँति कार्य कर सके। तार को हत्थे से पकड़िए और दोनों विद्युत्दर्शियों को तार से स्पर्श कीजिए। (चित्र 13.13)। आप देखेंगे कि आवेशित विद्युत्दर्शी के पत्रों में अपसरण घट जाता है



*चित्र 13.13 चालक तार द्वारा आवेश का प्रवाहित होना*

जबकि अनावेशित विद्युत्दर्शी के पत्रों में कुछ अपसरण हो जाता है। इसका कारण यह है कि आवेशित विद्युत्दर्शी से कुछ आवेश तार से होता हुआ अनावेशित विद्युत्दर्शी में प्रवाहित हो गया। इस क्रियाकलाप को विभिन्न प्रकार के पदार्थों द्वारा आवेशित तथा अनावेशित विद्युत्दर्शियों को जोड़ कर कीजिए।

आप देखेंगे कि कुछ पदार्थ अपने अंदर से विद्युत् आवेश को प्रवाहित होने देते हैं जबकि कुछ पदार्थ ऐसा नहीं होने देते। आपने पिछली कक्षा में सीखा है कि जो पदार्थ अपने अंदर से विद्युत् या विद्युत् आवेश को प्रवाहित नहीं होने देते, **विद्युत्रोधी** कहलाते हैं। लकड़ी, थर्मोकोल,

प्लास्टिक और रबड़ विद्युत्‌रोधी पदार्थों के कुछ सामान्य उदाहरण हैं। इसके विपरीत वे पदार्थ जो विद्युत्‌ आवेश को अपने अंदर से प्रवाहित होने देते हैं विद्युत्‌ के **चालक** कहलाते हैं। सभी धातुएँ अच्छी चालक हैं।

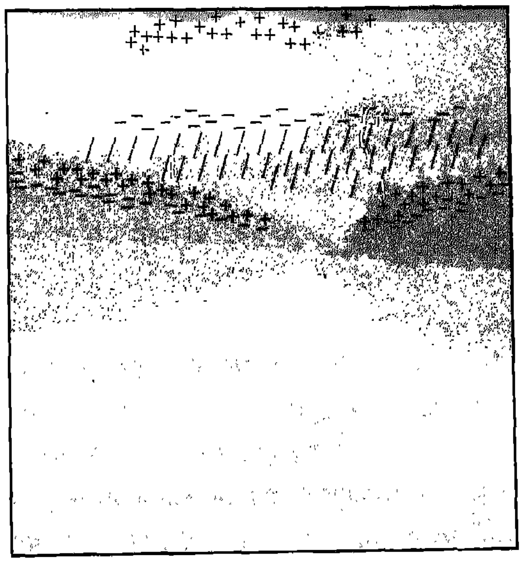
इन्हें उत्तर दीजिए

1. किसी आवेशित विद्युत्‌दर्शी के निकट एक अनावेशित वस्तु लाने पर इसके पत्रों के बीच अपसरण क्यों घट जाता है? अपने उत्तर की व्याख्या कीजिए।
2. प्लास्टिक से बने कंघे से सूखे बालों में कंघी करने पर इसके द्‌वारा उपार्जित आवेश की प्रकृति को आप कैसे ज्ञात करेंगे? व्याख्या कीजिए। क्या इस प्रक्रिया में बाल भी आवेशित होते हैं? यदि ऐसा है तो इसे सत्यापित करने के लिए प्रमाण दीजिए।
3. किसी ऋण आवेशित विद्युत्‌दर्शी के निकट एक आवेशित वस्तु लाने पर इसके पत्रों के बीच अपसरण घटता हुआ देखा गया। वस्तु पर आवेश की प्रकृति क्या है? कारण सहित व्याख्या कीजिए।
4. केवल एक आवेशित विद्युत्‌दर्शी से लिए गए प्रेक्षण यह सिद्‌ध करने के लिए पर्याप्त क्यों नहीं हैं कि दी हुई वस्तु आवेशित है। कारण बताइए।

## 13.7 वायुमंडल में आवेश

तड़ित तथा मेघगर्जन हम सब के लिए परिचित परिघटना है। अनेक बार हम समाचारपत्रों में तड़ित द्‌वारा भवनों, वृक्षों, तथा मानव जीवन को क्षति पहुँचने के समाचार पढ़ते हैं। तड़ित, बादलों में बहुत अधिक मात्रा में विद्युत्‌ आवेश एकत्रित होने के कारण होती है। लगभग 250 वर्ष से हमें इस तथ्य की जानकारी है। बैंजामिन फ्रेंकलिन ने अपनी प्रयोगशाला में एक साधारण मशीन द्‌वारा उत्पन्न की गई विद्युत्‌ चिंगारी तथा बादलों में उत्पन्न तड़ित के बीच समानताओं को देखा। बैंजामिन फ्रेंकलिन पहले व्यक्ति थे जिन्होंने बिना किसी शक के यह सिद्‌ध किया कि तड़ित आवेशित कणों के कारण घटित होने वाली एक प्राकृतिक परिघटना है।

बादलों में आवेशों के उत्पन्न होने का सही कारण ज्ञात नहीं है। तथापि कुछ प्रयोगों द्‌वारा यह संकेत मिलता है कि बादलों में पानी के अत्यंत छोटे कण या सूक्ष्म बूँदें प्रायः धन आवेश उपार्जित करती हैं। बड़ी तथा भारी सूक्ष्म बूँदें ऋण आवेशित हो जाती हैं। वायु की धाराओं के कारण धन आवेशित सूक्ष्म बूँदें हल्की होने के कारण बादल के ऊपरी भाग की ओर गति करती हैं और ऋण आवेशित बूँदें नीचे के भाग की ओर आती हैं। तथापि, बादलों के निचले भाग के समीप एक छोटे भाग में धन आवेश भी उत्पन्न होते हैं (चित्र 13.14)।



*चित्र 13.14 बादलों में धन तथा ऋण आवेश*

बादलों में विपरीत आवेशों के बीच अत्यंत तीव्र आकर्षण बल लगता है। लेकिन बादलों के बीच की वायु आवेशों को समीप आकर उदासीन होने से रोकती है। यह वायु के विद्युत्‌रोधी होने के कारण होता है। लेकिन प्रकृति में पाए जाने वाला कोई भी



## बैंजामिन फ्रेंकलिन ( 1706-1790 )

*बैंजामिन फ्रेंकलिन संयुक्त राष्ट्र अमेरिका के संस्थापकों में से एक हैं। वह एक प्रसिद्ध वैज्ञानिक थे जिन्होंने भू-विज्ञान के क्षेत्र में महत्वपूर्ण योगदान दिया। उन्हें सभी आदर प्रदान करते थे तथा डा. फ्रेंकलिन के नाम से संबोधित करते थे। यद्यपि उन्होंने कभी भी 'Ph. D.' की उपाधि अर्जित नहीं की थी तथापि उन्होंने अनेक वैज्ञानिक अनुसंधान पेपर प्रकाशित किए, जिनमें से अधिकांश विद्युत् संबंधी थे। फ्रेंकलिन एक ऐसे वैज्ञानिक थे जो सदैव अपने आस-पास की घटनाओं का मूल कारण जानने को उत्सुक रहते थे। वे हमेशा जानना चाहते थे कि विभिन्न युक्तियाँ कैसे कार्य करती हैं और सदैव उनमें सुधार करने के तरीकों को खोजने में लगे रहते थे।*

*संभवत: तड़ित से संबंधित बहुचर्चित प्रयोग फ्रेंकलिन द्वारा पतंग की सहायता से किया गया प्रयोग था। सन 1752 ई. में फ्रेंकलिन ने अपने बेटे विलियम के साथ मिल कर अपना पतंग उड़ाने का प्रसिद्ध प्रयोग किया, जिससे उन्होंने यह सिद्ध किया कि तड़ित एक प्रकृति में घटने वाली वैद्युत परिघटना है। उन्होंने अपनी पतंग को सिल्क के कपड़े तथा देवदार की तीलियों से बनाया था। धातु का एक पतला तार लकड़ी की एक सीधी तीली से इस प्रकार जोड़ा गया था कि इसका एक सिरा पतंग के ऊपरी छोर से लगभग* 30 cm *बाहर निकला रहे। धातु के तार का दूसरा सिरा पतंग की डोरी से जोड़ दिया गया था। फ्रेंकलिन ने जब अपने पतंग को उड़ाया, उस दिन मौसम तूफानी था और तड़ित तथा मेघगर्जन बार-बार हो रहे थे। डोरी के सूखे भाग को पकड़े हुए फ्रेंकलिन एक पेड़ के नीचे जमीन के एक सूखे भाग पर खड़े थे। इस प्रकार उन्होंने पतंग और पृथ्वी के बीच डोरी के द्वारा सीधा संपर्क न होने देने की व्यवस्था की थी। जब उनकी पतंग आकाश में ऊँचा उड़ने लगी, तो फ्रेंकलिन ने धातु की एक चाबी को सिल्क के एक रिबन की सहायता से अपने हाथ में पकड़ी डोरी के निकट बाँध दिया। जब उन्होंने देखा कि विद्युत् आवेश के बादलों में से पतंग को स्थानांतरित होने के कारण उसकी डोरी ढीली से कस गई तो उन्होंने डोरी से बंधी धातु की चाबी को अपनी अंगुली में पहने अंगुलिपर्व (एक अंगूठी की तरह की वस्तु जिस पर एक तीक्ष्ण नुकीली सुई लगी होती है) से स्पर्श कर दिया। ऐसा करके उन्होंने पतंग से जुड़े धातु के तार को, जो कि बादलों को छू रहा था, धागे की सहायता से पृथ्वी से जोड़ दिया। अर्थात्, उन्होंने धागे पर आए आवेश का भू-संपर्क करा दिया। जैसे ही उन्होंने धातु की चाबी को अंगुलिपर्व से स्पर्श किया उन्होंने देखा कि चाबी तथा अंगुलिपर्व के बीच एक चिंगारी (स्पार्क) निकली। उनके प्रेक्षण ने यह सिद्ध कर दिया कि तड़ित की प्रकृति वैद्युत है। यह चमत्कार ही था कि यह आवेश इतना अधिक नहीं था कि फ्रेंकलिन या उनके बेटे के लिए घातक सिद्ध होता (सामान्य परिस्थितियों में, तूफान में पतंग उड़ाने का साहस करने वाले किसी साहसी व्यक्ति के लिए तड़ित आघात इतना घातक हो सकता है कि उसकी मृत्यु हो सकती है)।*

*फ्रेंकलिन वास्तव में यह जानना चाहते थे कि तड़ित एक विद्युत्-परिघटना है अथवा नहीं। हो सकता है कि आज हमें ये एक साधारण बात लगे, लेकिन हमें ज्ञात होना चाहिए कि फ्रेंकलिन के समय में अधिक से अधिक 2–3 cm लंबा स्पार्क ही उत्पन्न किया जा सकता था। क्योंकि तड़ित में स्पार्क कई किलोमीटर लंबा हो सकता है, इसलिए उस समय तड़ित को विद्युत् परिघटना मानना इतना सामान्य नहीं था। फ्रेंकलिन ने केवल तड़ित के कारण की ही खोज नहीं की, बल्कि उन्होंने यह भी सुझाया कि इससे होने वाले नुकसान से कैसे बचा जा सकता है। उनके द्वारा तड़ित आघात से बचने के लिए सुझाए गए तड़ित चालक का उपयोग आज भी किया जाता है।*

*फ्रेंकलिन ने और भी अनेक खोजें कीं। उन्होंने विभिन्न क्षेत्रों में रहने वाले अपने मित्रों से पत्र के द्वारा मौसम संबंधी आंकड़े प्राप्त करके विभिन्न स्थानों के मौसम की तुलना की। उन्होंने सर्वप्रथम यह प्रेक्षण किया कि उत्तरी अमेरिका में उठने वाले तूफानों की पश्चिम से पूर्व की ओर गति करने की प्रवृति होती है। उन्होंने यह भी बताया कि आने वाले तूफान के मार्ग की भविष्यवाणी की जा सकती है। फ्रेंकलिन ने सन 1732 ई. में अपने प्रथम प्रकाशित पंचांग में (Poor Richard's Almanac) में सर्वप्रथम अभिलिखित कुछ मौसम की भविष्यवाणियाँ भी प्रकाशित कीं।*

पदार्थ पूर्ण रूप से विद्युत् चालक अथवा विद्युत्रोधी नहीं होता। यदि आवेश की मात्रा बहुत अधिक है तो वायु भी अल्प (छोटी) दूरी तक आवेशों को प्रवाहित होने देती है। इस परिघटना को **विसर्जन** कहते हैं। जब विशाल मात्रा में आवेशों के बीच वायु का अंतराल (गैप) बहुत कम होता है तो उनके बीच वायु का विद्युत्रोधन टूट जाता है। ऐसी स्थिति में विद्युत् आवेश वायु के अंतराल से प्रवाहित हो सकता है। इस प्रक्रम में विद्युत् ऊर्जा से वायु इतने उच्च ताप तक गर्म हो जाती है कि यह दीप्तिमान हो जाती है। इसलिए विसर्जन के समय स्फुलिंग (स्पार्क) तथा चटकने की आवाज साथ-साथ होती है। आपने स्कूटरों तथा कारों के स्फुलिंग (स्पार्क) प्लग में इस प्रकार का स्फुलिंग (चिंगारी) देखा होगा। रसोईघर में खाना पकाने की गैस को जलाने के लिए उपयोग किए जाने वाला विद्युत् लाइटर वायु में विद्युत् आवेश के विसर्जन का एक अन्य उदाहरण है।

*विद्युत् विसर्जन वायु के विद्युत्रोधन टूट जाने के कारण होता है। वायु के विद्युत्रोधन टूटने की तुलना हम एक परिचित स्थिति से कर सकते हैं। मान लीजिए लकड़ी का कोई पतला तख्ता दो ईंटों के ऊपर रखा है। यदि हम तख्ते के ऊपर एक ईंट रख दें तो यह नीचे नहीं गिरेगी। हम यह भी कह सकते हैं कि लकड़ी का टुकड़ा ईंट तथा पृथ्वी के बीच में एक रोधी की भाँति कार्य करता है और इसको नीचे नहीं गिरने देता। मान लीजिए कि तख्ते पर और अधिक ईंटें रखते चले जाएं, जब तक कि यह अपने ऊपर अत्यधिक भार के कारण टूट न जाए। इस स्थिति में तख्ते के ऊपर रखी ईंटें नीचे गिर जाएँगी क्योंकि तख्ता अब और अधिक रोधन नहीं कर पाएगा। दूसरे शब्दों में तख्ते पर एक सीमा से अधिक भार रखने पर इसका रोधन टूट जाता है।*

तड़ित की घटना भी वायु में आवेश के विसर्जन के कारण उस समय घटती है जब उसकी रोधन



*चित्र 13.15 तड़ित रचना*

क्षमता पर्याप्त नहीं रहती (चित्र 13.15)। जब बादलों में एकत्रित आवेश एक निश्चित सीमा से अधिक हो जाता है तो विसर्जन होता है। इन परिस्थितियों में बादलों के नीचे के भाग में धन आवेश का एक छोटा क्षेत्र अपने नीचे स्थित पृथ्वी की सतह पर प्रेरण द्वारा ऋण आवेश उत्पन्न करता है (चित्र 13.14)। विपरीत आवेशों के बीच अत्यधिक आकर्षण बल, वायु के विद्युत्रोधन को तोड़ने के लिए पर्याप्त होता है। एक बार विद्युत्रोधन टूटने पर, बादल के निचले भाग का समस्त धन आवेश वायु के एक संकरे अंतराल (गैप) से पृथ्वी की ओर तीव्र गति से प्रवाह करता है। यह संकरा अंतराल एक चालक पथ उत्पन्न कर देता है जिससे और अधिक आवेश को प्रवाहित होने के लिए मार्ग मिल जाता है। बादल के निचले भाग में एकत्रित ऋण आवेश की विशाल मात्रा बहुत ही कम समय में इस चालक पथ से होकर गुजरती है। वायु के इस संकरे अंतराल में, विद्युत् ऊर्जा के कारण वायु इतने उच्च ताप तक गर्म हो जाती है कि यह प्रकाश की भाँति दमक उठती है। इसी दमक को हम आकाश में तड़ित के रूप में देखते हैं जो बहुत थोड़े समय के लिए रहती है। तड़ित के कारण उत्पन्न चटकने की आवाज़ इतनी प्रबल होती है कि हम इसे मेघगर्जन के रूप में सुनते हैं।

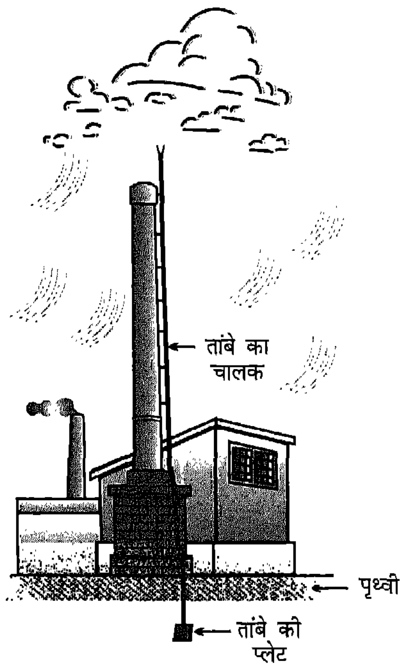
*आकाश में तड़ित, रेडियो तथा टेलीविजन के प्रसारण तथा अभिग्रहण को भी प्रभावित करती है। तड़ित तथा मेघगर्जन के समय अपने रेडियो या टेलीविजन सेट पर आपको जो चटकने का शोर सुनाई देता है वह इसी कारण है। ऊँचे भवनों पर लगे डिश तथा TV ऐंटीना पर तड़ित आघात विशेषरूप से हो सकता है। इसलिए बारंबार तड़ित गर्जन के समय अपने TV सेट को बंद कर देना अधिक सुरक्षित है, चाहे आपका टेलीविजन सेट केबिल परिपथ से ही क्यों न जुड़ा हो।*

कभी-कभी तड़ित के समय ऊँचे वृक्षों, भवनों या अन्य संरचनाओं से होता हुआ विसर्जन पृथ्वी में चला जाता है। ऐसा होने पर हम कहते हैं कि वस्तु पर तड़ित आघात हुआ है। रेडियो या टेलीविजन टॉवर या बहुमंजली इमारतें या पेड़, जिस पर भी तड़ित आघात होता है, वह इसके कारण नष्ट हो सकता है। तड़ित के समय ऐसी वस्तुओं के आस-पास मनुष्यों को भी नुकसान हो सकता है या उनकी मृत्यु भी हो सकती है। मैदानों की अपेक्षा पहाड़ी क्षेत्रों में तड़ित आघात अधिक जल्दी-जल्दी होता है क्योंकि इन क्षेत्रों में बादल मैदानी इलाकों की अपेक्षा पृथ्वी के अधिक समीप होते हैं। तड़ित आघात के कारण होने वाले नुकसान को कुछ सावधानियाँ रख कर रोका जा सकता है।

तड़ित के समय अनेक प्राकृतिक परिघटनाएँ होती हैं। इनमें से कुछ हमारे लिए लाभकारी हैं। उदाहरण के लिए तड़ित के समय उत्पन्न होने वाला उच्च ताप तथा अत्यधिक ऊष्मा नाइट्रोजन को ऑक्सीजन के साथ संयोजित करा कर इसका ऑक्साइड बनाने में सहायक है। नाइट्रोजन के ये ऑक्साइड पानी में घुल कर नाइट्रिक अम्ल का अत्यंत तनु घोल बनाते हैं, जो वर्षा के साथ पृथ्वी पर आ जाता है। पौधों की वृद्धि के लिए आवश्यक नाइट्रोजनीय यौगिक उपलब्ध कराने का प्रकृति का यह एक प्रबंध है। यह विश्वास किया जाता है कि पृथ्वी पर जीवन के विकास में तड़ित ने एक अहम् भूमिका निबाही है। तड़ित के समय होने वाली एक महत्वपूर्ण अभिक्रिया है ऑक्सीजन से ओजोन का बनना। आप सब जानते ही होंगे कि ओजोन सूर्य के प्रकाश के हानिकारक पराबैंगनी विकिरणों को पृथ्वी की सतह तक पहुँचने से रोकती है।

## 13.8 तड़ित चालक

जान-माल की तड़ित से सुरक्षा प्रदान करने के लिए एक साधारण उपाय **तड़ित चालक** है। तड़ित चालक के उपयोग का सुझाव सर्वप्रथम बैंजामिन फ्रेंकलिन ने आज से लगभग 250 वर्ष पूर्व दिया था। तड़ित चालक में धातु की एक मोटी, चपटी पट्टी होती है। तड़ित चालक का ऊपरी भाग त्रिशूल की तरह नुकीला होता है जो कि भवन या बचाव की जाने वाली संरचना के ऊपरी भाग में आकाश की ओर इंगित होना चाहिए। तड़ित से बचाव की जाने वाली संरचना कोई बहुमंजली इमारत, फैक्टरी या बिजलीघर की चिमनी, रेडियो या टेलीविजन का प्रसारण टॉवर या कोई ऐतिहासिक इमारत जैसे कुतुबमीनार आदि हो सकती है। बचाव किए जाने वाले भवन के ऊपरी भाग से तड़ित चालक की मोटी पट्टी भवन के एक ओर की दीवार से होती हुई पृथ्वी तक ले जाई जाती है (चित्र 13.16)। धातु की पट्टी का निचला सिरा भूमि में गहराई पर गड़ी हुई धातु की किसी प्लेट से जुड़ा होता है।




*चित्र 13.16 तड़ित चालक*

जब तड़ित आघात होता है तो तड़ित चालक से होकर समस्त आवेश पृथ्वी में चला जाता है। इसका कारण यह है कि धातु का चालक विद्युत् आवेश सुगमता से अपने अंदर से जाने देता है। क्योंकि जिस संरचना पर तड़ित चालक लगाया गया है, उसमें होकर बादल का कोई भी आवेश पृथ्वी तक नहीं जाता; इसलिए उस संरचना को कोई नुकसान नहीं पहुँचता। तड़ित से शत-प्रतिशत सुरक्षा के लिए यह आवश्यक है कि चालक तथा पृथ्वी के बीच भू-संपर्क बहुत अच्छा होना चाहिए। यदि ऐसा नहीं है तो तड़ित चालक तथा जिस संरचना की सुरक्षा के लिए इसे लगाया गया है, दोनों को ही तड़ित से नुकसान पहुँच सकता है।

**इन्हें उत्तर दीजिए**

1. उस वैज्ञानिक का नाम लिखिए जिसने यह खोज की कि तड़ित विद्युत् आवेशों से संबंधित है।
2. यदि कोई विद्युत् आवेश वायु के किसी छोटे अंतराल से प्रवाहित होता है, तो क्या होता है?
3. तड़ित से भवनों को सुरक्षा प्रदान करने के लिए उपयोग किए जाने वाले प्रबंध का नाम बताइए।
4. तड़ित के समय टेलीविजन के स्विच को बंद करने की सलाह क्यों दी जाती है?
5. तड़ित के समय किसी पेड़ के नीचे आश्रय न लेने की सलाह क्यों दी जाती है?
6. तड़ित के समय वायु में कौन-सी गैस उत्पन्न होती है जो सूर्य के प्रकाश में उपस्थित पराबैंगनी विकिरणों को अवशोषित कर लेती है?

**प्रमुख शब्द**

आकर्षण, आवेश, आवेशित वस्तु, घर्षण द्वारा आवेशन, चालन द्वारा आवेशन, संपर्क द्वारा आवेशन, निपात, चालन, चालक, विक्षेप, विसर्जन, अपसरण, भू-संपर्क, विद्युत्-आवेश, विद्युत्-स्फुलिंग, विद्युत्दर्शी, घर्षण, स्वर्ण पत्र विद्युत्दर्शी, प्रेरित आवेश, प्रेरण, विद्युत्रोधी, कुचालक, तड़ित, तड़ित चालक, ऋण आवेश, धन आवेश, आवेशों का उदासीनीकरण, प्रतिकर्षण, स्फुलिंग, अनावेशित वस्तु।

## सारांश

किसी वस्तु को दूसरी वस्तु से रगड़कर आवेशित किया जा सकता है। इसे घर्षण द्वारा आवेशित करना कहते हैं।

आवेशित वस्तु कागज के छोटे टुकड़ों को आकर्षित करती है।

सभी वस्तुओं को घर्षण द्वारा आवेशित किया जा सकता है यद्यपि धातु की वस्तुओं को आवेशित करना कठिन है।

प्रकृति में दो प्रकार के आवेश होते हैं।

सजातीय आवेश परस्पर प्रतिकर्षित होते हैं तथा विजातीय आवेश परस्पर आकर्षित होते हैं।

कोई अनावेशित वस्तु जब किसी आवेशित वस्तु के संपर्क में लाई जाती है तो वह कुछ आवेश उपार्जित कर लेती है। वस्तु को इस प्रकार आवेशित करने को संपर्क द्वारा आवेशन करना कहते हैं।

संपर्क द्वारा आवेशित वस्तु उसी प्रकृति का आवेश उपार्जित करती है जो आवेशित करने वाली वस्तु पर होता है।

किसी पदार्थ के परमाणु विद्युत् उदासीन होते हैं क्योंकि उनमें धन तथा ऋण आवेशों वाले कणों की संख्या बराबर होती है।

घर्षण द्वारा आवेशित करने में दोनों ही वस्तुएँ आवेशित होती हैं लेकिन इन पर आवेश की प्रकृति परस्पर विपरीत होती है।

कोई आवेशित वस्तु किसी अनावेशित पर प्रेरण द्वारा विपरीत प्रकृति का आवेश प्रेरित करने के कारण, अनावेशित वस्तु को आकर्षित करती है।

जिन पदार्थों से आवेशों को प्रवाहित किया जा सकता है, वे चालक कहलाते हैं तथा अन्य पदार्थ विद्युतरोधी कहलाते हैं।

कोई आवेशित वस्तु जब पृथ्वी के संपर्क में लाई जाती है तो भू-संपर्क के कारण इसका आवेश समाप्त हो जाता है।

विद्युतदर्शी एक साधारण युक्ति है जो किसी वस्तु पर आवेश की उपस्थिति ज्ञात करने के लिए उपयोग की जाती है।

विद्युतदर्शी को किसी आवेशित वस्तु के संपर्क में लाकर आवेशित किया जा सकता है। इसके द्वारा उपार्जित आवेश की प्रकृति आवेशित वस्तु के समान होती है।

किसी विद्युतदर्शी को किसी आवेशित वस्तु से प्रेरण द्वारा आवेशित किया जा सकता है। इसके द्वारा उपार्जित आवेश की प्रकृति प्रेरित करने वाली आवेशित वस्तु से विपरीत होती है।

किसी आवेशित विद्युतदर्शी को यह जानने के लिए उपयोग किया जा सकता है कि दी हुई कोई वस्तु आवेशित है या अनावेशित।

किसी छोटे वायु अंतराल में यदि बहुत अधिक मात्रा में आवेश प्रवाहित होने के कारण वायु का विद्युतरोधन टूट जाता है तो विद्युत् विसर्जन होता है।

बादलों में आवेशों के विद्युत् विसर्जन के कारण तड़ित उत्पन्न होती है।

तड़ित चालक तड़ित आघात से मानवों के जान माल को सुरक्षा प्रदान करता है।

## अभ्यास

1. निम्नलिखित में से किसको घर्षण द्वारा आसानी से आवेशित नहीं किया जा सकता?
   (i) काँच की छड़
   (ii) तांबे की छड़
   (iii) ऊन की गेंद
   (iv) हवा से भरा गुब्बारा

2. जब एबोनाइट किसी की छड़ को फलालेन के कपड़े के टुकड़े से रगड़ा जाता है तो छड़
   (i) और कपड़ा दोनों धन आवेश उपार्जित करते हैं।
   (ii) धन आवेशित हो जाती है जबकि कपड़ा ऋण आवेशित हो जाता है।
   (iii) और कपड़ा दोनों ऋण आवेश उपार्जित करते हैं।
   (iv) ऋण आवेशित हो जाती है जबकि कपड़ा धन आवेशित हो जाता है।

3. सूती धागे से लटके थर्मोकोल के किसी टुकड़े के पास कोई आवेशित वस्तु लाने पर वह आवेशित वस्तु से दूर चला जाता है। इसका अर्थ है
   (i) आवेशित वस्तु द्वारा थर्मोकोल के टुकड़ें को विपरीत आवेश चालन द्वारा स्थानांतरित हो जाता है।
   (ii) थर्मोकोल के टुकड़े पर आवेशित वस्तु की समान प्रकृति का आवेश है।
   (iii) थर्मोकोल के टुकड़े पर आवेशित वस्तु से विपरीत प्रकृति का आवेश है।
   (iv) थर्मोकोल का टुकड़ा अनावेशित है।

4. किसी विद्युत्दर्शी को काँच की एक आवेशित छड़ द्वारा प्रेरण द्वारा आवेशित किया गया है। विद्युत्दर्शी पर आवेश
   (i) ऋणात्मक होगा क्योंकि छड़ पर ऋण आवेश है।
   (ii) ऋणात्मक होगा क्योंकि छड़ पर धन आवेश है।
   (iii) धनात्मक होगा क्योंकि छड़ पर ऋण आवेश है।
   (iv) धनात्मक होगा क्योंकि छड़ पर धन आवेश है।

5. निम्नलिखित प्रक्रमों में से किसमें एक चरण आवेशों का भू-संपर्क करना है?
   (i) घर्षण द्वारा थर्मोकोल की पट्टी को आवेशित करना।
   (ii) प्रेरण द्वारा किसी विद्युत्दर्शी को आवेशित करना।
   (iii) चालन द्वारा किसी विद्युत्दर्शी को आवेशित करना।
   (iv) विद्युत्दर्शी के पत्रों में अपसरण होना।

6. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए:
   (i) कागज की शीट से रगड़ने पर शर्बत पीने के लिए उपयोग की जाने वाली नली (स्ट्रॉ) कागज के छोटे टुकड़ों को आकर्षित करती है क्योंकि इस पर कुछ ———— है।
   (ii) यदि दो आवेशित वस्तुएँ एक-दूसरे को आकर्षित करती हैं, तो इसका अर्थ है कि इन पर आवेश की प्रकृति ———— है।
   (iii) किसी वस्तु को किसी धन आवेशित वस्तु के संपर्क में रखने पर इसके द्वारा उपार्जित आवेश की प्रकृति ———— होगी।
   (iv) सजातीय आवेश परस्पर ———— होते हैं जबकि विजातीय आवेश परस्पर ———— होते हैं।

(v) एक-दूसरे से रगड़ने पर दो वस्तुओं द्वारा उपार्जित आवेश की प्रकृति एक-दूसरे ———— होती है क्योंकि ———— आवेशित कणों का एक वस्तु से दूसरी वस्तु की ओर स्थानांतरण हो जाता है।

(vi) किसी वस्तु पर आवेश की उपस्थिति तथा प्रकृति ज्ञात करने के लिए उपयोग की जाने वाली युक्तियों में से एक का नाम ———— है।

(vii) जो पदार्थ विद्युत् आवेशों को अपने अंदर से प्रवाहित होने देते हैं वह ———— कहलाते हैं।

(viii) वायु प्रायः विद्युत् आवेशों को अपने अंदर से प्रवाहित नहीं होने देती अतः, यह ———— है।

(ix) जब वायु के किसी संकरे पथ से आवेश ———— होकर पृथ्वी तक पँहुचते हैं तो तड़ित उत्पन्न होती है।

(x) भवनों को तड़ित के नुकसान से बचाने वाली युक्ति को ———— कहते हैं।

7. निम्नलिखित कथनों में सही कथन पर 'T' तथा गलत कथन पर 'F' का चिह्न लगाइए।

(i) जब क़िसी वस्तु को घर्षण द्वारा आवेशित करते हैं तो विद्युत् आवेश उत्पन्न होते हैं।

(ii) एबोनाइट की कोई छड़ फलालेन के टुकड़े से रगड़ने पर ऋण आवेश उपार्जित करती है।

(iii) किसी पदार्थ के परमाणुओं में कुछ कण होते हैं जिन पर या तो धन या ऋण आवेश होता है।

(iv) दो वस्तुओं के बीच प्रतिकर्षण इस बात का निश्चित प्रमाण है कि वे दोनों ही आवेशित हैं।

(v) सजातीय आवेशों में आकर्षण जबकि विजातीय आवेशों में प्रतिकर्षण होता है।

(vi) आवेशित करने के प्रक्रम में ऋण आवेशित कण एक वस्तु से दूसरी वस्तु में स्थानांतरित होते हैं।

(vii) किसी आवेशित वस्तु के समीप एक अनावेशित वस्तु लाने पर, आवेशित वस्तु विपरीत आवेश प्रेरित करती है।

(viii) विद्युत्दर्शी किसी वस्तु को प्रेरण द्वारा आवेशित करने के लिए उपयोग की जाने वाली एक युक्ति है।

(ix) जो पदार्थ विद्युत् आवेशों को अपने अंदर से प्रवाहित होने देते हैं, वे चालक कहलाते हैं।

(x) किसी विद्युत्दर्शी को प्रेरण द्वारा आवेशित करने के प्रक्रम में जो आवेश भू-संपर्क के समय निष्प्रभावित होता है उसकी प्रकृति वही होती है जो आवेशित वस्तु की है।

(xi) कोई विद्युतदर्शी धन आवेशित होगा यदि इसे किसी धन आवेशित वस्तु से प्रेरण द्वारा आवेशित किया जाता है।

(xii) तड़ित चालक में धातु की दो पट्टियाँ होती हैं। इनमें से एक को उस संरचना के ऊपरी सिरे पर जिसे तड़ित से सुरक्षित रखना है तथा दूसरे को इसके निचले भाग में लगाया जाता है।

8. किसी वस्तु को दूसरी वस्तु के साथ रगड़ने पर वह कैसे आवेशित हो जाती है। व्याख्या कीजिए।

9. किसी आवेशित तथा अनावेशित वस्तु के बीच आकर्षण, वास्तव में दो विपरीत आवेशों के बीच अन्योन्यक्रिया है। इस कथन की व्याख्या कीजिए।

10. दो वस्तुओं के बीच प्रतिकर्षण इस बात का निश्चित प्रमाण क्यों माना जाता है कि वे दोनों ही आवेशित हैं। वर्णन कीजिए।

11. किसी स्वर्ण पत्र विद्युतदर्शी की बनावट का वर्णन कीजिए।

12. किसी वस्तु को चालन द्वारा आवेशित करने की विधि का वर्णन कीजिए। वस्तु द्वारा उपार्जित आवेश की प्रकृति वही क्यों होती है जो आवेशित करने वाली वस्तु की होती है?

13. किसी विद्युतदर्शी को प्रेरण द्वारा आवेशित करने की विधि का वर्णन कीजिए।

14. हमारे शरीर से स्पर्श करने पर किसी आवेशित वस्तु का आवेश समाप्त क्यों हो जाता है? व्याख्या कीजिए।

15. किसी विद्युतदर्शी की सहायता से आप किसी वस्तु पर आवेश की उपस्थिति तथा इसकी प्रकृति कैसे ज्ञात करेंगे।

16. उस वैज्ञानिक का नाम बताइए जिसने यह स्थापित किया कि तड़ित की परिघटना विद्युत् आवेशों से संबंधित है।

17. विद्युत् विसर्जन के दो उदाहरण दीजिए जिनका उपयोग हम ईंधन को जलाने में करते हैं।

18. कभी-कभी जाड़ों में, विशेषकर जब मौसम शुष्क होता है, संश्लिष्ट तंतुओं से बना स्वेटर उतारने पर चटकने की आवाज क्यों सुनाई देती है?

19. वर्णन कीजिए कि तड़ित किस प्रकार उत्पन्न होती है?

20. तड़ित आघात से सुरक्षा के लिए क्या सावधानियाँ बरतनी आवश्यक हैं?

21. ऊँची संरचनाओं को तड़ित आघात की क्षति से तड़ित चालक किस प्रकार सुरक्षित रखता है? वर्णन कीजिए।



अध्याय 14

# हमारा भोजन

आप जानते हैं कि भोजन हमारे शरीर की वृद्धि के लिए आवश्यक है। भोजन हमें कार्य करने तथा खेलने के लिए ऊर्जा प्रदान करता है। यह हमें रोगों के प्रति प्रतिरोधी क्षमता भी प्रदान करता है। कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, वसा, विटामिन, खनिज, तंतु (रूक्षांश) तथा जल भोजन के मुख्य अवयव हैं। पिछली कक्षा में आपने यह सीखा है कि हमें संतुलित भोजन लेना चाहिए, क्योंकि इसमें सभी आवश्यक अवयव समुचित मात्रा में मौजूद होते हैं। आप जानते हैं कि फल, हरी पत्तीदार तथा अन्य सब्जियाँ, विटामिन तथा खनिज के अच्छे स्रोत हैं। आपके आहार में अनाज, दालें, पत्तीदार एवम् अन्य सब्जियाँ, मांस, मछली या अंडे, दूध और दुग्ध उत्पाद, फल तथा फली होने चाहिए। इस प्रकार का भोजन आपको स्वस्थ बने रहने तथा समुचित वृद्धि करने में सहायक होगा। इस अध्याय में आप भोजन के अवयवों, स्रोतों तथा उनके प्रकार्यों के विषय में अध्ययन करेंगे।

भोजन के गुणों का उचित ज्ञान तथा भोजन को सुरक्षित रखने की विधियों का ज्ञान होना भी महत्वपूर्ण है। अधिकांश खाद्य पदार्थ कुछ समय के उपरांत खराब हो जाते हैं और उपभोग के लिए अनुपयुक्त हो जाते हैं। अनाज, फलों तथा सब्जियों को भंडारित

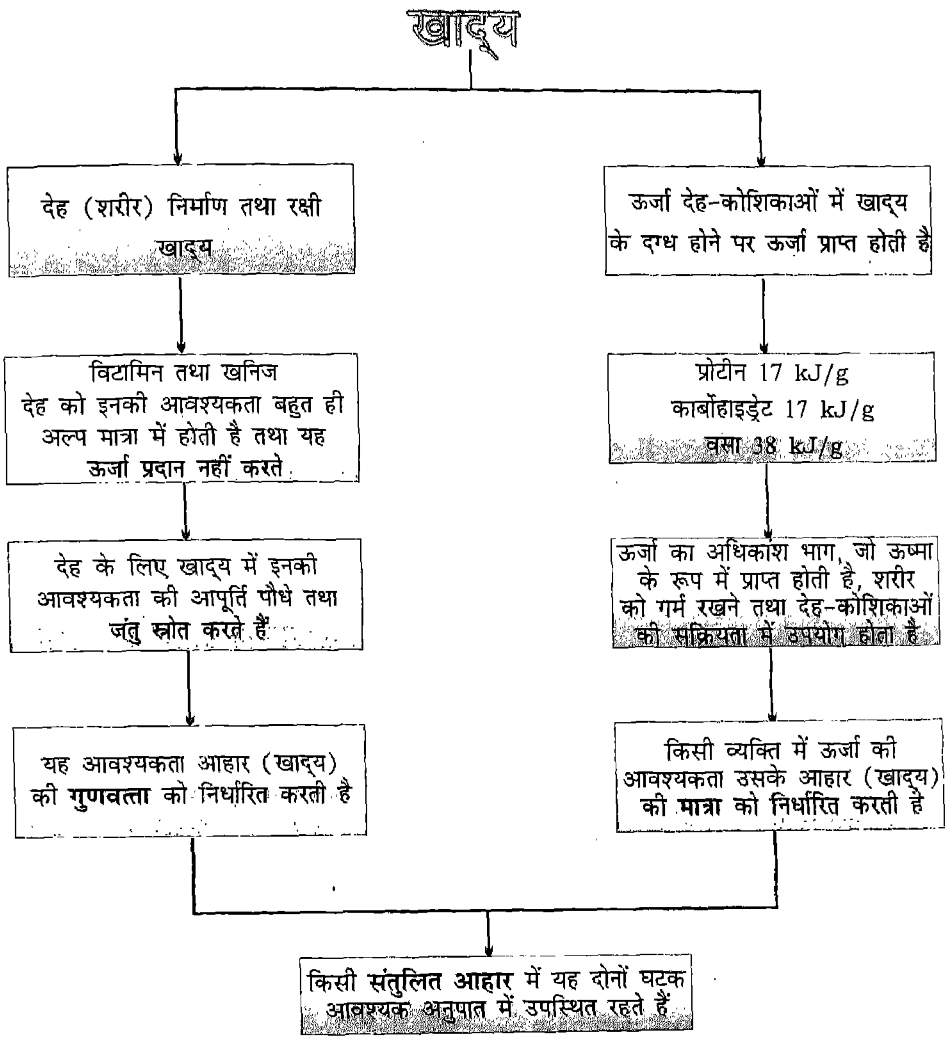
करने की उचित विधि का उपयोग हमें उनकी गुणवत्ता बनाए रखने में सहायता कर सकते हैं। इस अध्याय में आप यह भी अध्ययन करेंगे कि खाद्य पदार्थों को किस प्रकार सुरक्षित रखा जा सकता है और उनके क्षय की रोकथाम किस प्रकार की जा सकती है।

## 14.1 स्वास्थ्य एवम् पोषण

शरीर के प्रकार्यों को उचित ढंग से संपन्न करने के लिए भोजन अति आवश्यक है। जीवों के आहार के विभिन्न अवयवों की भूमिका का अध्ययन करना ही पोषण विज्ञान है। क्या आप जानते हैं कि भोजन के विभिन्न अवयवों के पोषण मूल्य का निर्धारण कैसे किया जाता है? वैज्ञानिक चूहे जैसे जीवों को ऐसे आहार देकर अनेक प्रयोग करते हैं, जिनमें एक या अधिक पोषक तत्व उपस्थित नहीं होते। वह ऐसे आहार का जीवों के स्वास्थ्य पर पड़ने वाले प्रभाव का लंबे समय तक अध्ययन करते हैं। इस प्रकार की खोजों के परिणामों को ऐसे मानवों के साथ परीक्षण करके स्थापित किया जाता है, जो स्वेच्छा से इस प्रकार के प्रयोग में भाग लेते हैं। इस प्रकार के अध्ययनों के आधार पर वैज्ञानिक इस निष्कर्ष पर पहुँचे हैं कि अच्छे स्वास्थ्य के लिए पोषण का संतुलित होना आवश्यक है। संतुलित पोषण के स्तर को बनाए रखने के लिए आवश्यक है कि किसी व्यक्ति द्वारा लिए गए भोजन की मात्रा तथा गुण ऐसे होने चाहिए, जिससे उसके शरीर की पोषण की समस्त आवश्यकताओं की पूर्ति हो सके। किसी संतुलित आहार में कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, वसा, विटामिन तथा खनिजों में से प्रत्येक की प्रतिदिन की आवश्यक मात्रा प्रदान करने की क्षमता का होना आवश्यक है।

### पोषक किन्हें कहते हैं?

पोषक भोजन के वह अवयव हैं जिनकी समुचित मात्रा हमारे शरीर की वृद्धि करने, जनन करने तथा सामान्य स्वस्थ जीवन व्यतीत करने के लिए आवश्यक है। प्रत्येक प्रकार के पोषक द्वारा कोई विशिष्ट प्रकार्य किया जाता है। लेकिन, विभिन्न प्रकार के पोषक एक-दूसरे के साथ मिलकर कार्य करते हैं: कार्बोहाइड्रेट मुख्य रूप से अनाज और शर्करा, जैसे-चीनी में पाए जाते हैं। वसा वनस्पति तेलों, सूखे मेवों, दूध, घी और मक्खन जैसे दुग्ध उत्पादों में पाई जाती है। यह ऊर्जा के समृद्ध स्रोत हैं। वसा शरीर में कुछ ऐसे विटामिनों को वहन करने का कार्य भी करती है, जो उसमें घुलनशील होते हैं। विटामिन शरीर में नए ऊतकों के निर्माण, उनके रखरखाव तथा वर्तमान ऊतकों में होने वाली किसी क्षति की पूर्ति करते हैं। इसलिए, प्रोटीनों को **शरीर** निर्माण करने वाला **भोजन** भी कहा जाता है। प्रोटीन, दूध, अंडे, मांस, मछली, दालों तथा सूखे मेवों में पाया जाता है। विटामिनों तथा खनिजों को सूक्ष्म पोषक तत्व के रूप में जाना जाता है, क्योंकि हमारे शरीर को उनकी थोड़ी (अल्प) मात्रा में ही आवश्यकता होती है। विटामिनों तथा खनिजों को **रक्षक भोजन** भी कहा जाता है, क्योंकि ये हमारे शरीर को रोगों से सुरक्षा प्रदान करते हैं। प्रत्येक व्यक्ति को उसके शरीर द्वारा सभी प्रकार्यों को समुचित ढंग से करने के लिए इन पोषक तत्वों की आवश्यकता है। किसी व्यक्ति की आयु, लिंग, भार तथा शारीरिक श्रम के आधार पर यह सुनिश्चित होता है कि उसके लिए प्रत्येक पोषक तत्व की कितनी मात्रा आवश्यक है। अधिकांश खाद्य पदार्थ में विभिन्न प्रकार के पोषक तत्व भिन्न-भिन्न मात्रा में पाए जाते हैं। फिर भी, किसी खाद्य पदार्थों में किसी एक या एक से अधिक पोषक तत्व की मात्रा कम या अधिक हो सकती है। आहार में एक या एक से अधिक पोषक तत्व की कमी किसी व्यक्ति के स्वास्थ्य को प्रभावित कर सकती है।




*चित्र 14.1 हमारे शरीर में भोजन के मुख्य प्रकार्य*

पोषण की कमी कुपोषण, घेंघा तथा अरक्तता जैसे रोगों का कारण हो सकती है।

## भोजन के अवयव

हमें अपने भोजन से शारीरिक वृद्धि, रोगों से बचाव तथा अपने भौतिक कार्यों को करने के लिए आवश्यक ऊर्जा मिलनी चाहिए। चित्र 14.1 में भोजन के मूल प्रकार्य दिखाए गए हैं तथा यह भी दिखाया गया है कि वह हमारे शरीर के लिए किस प्रकार महत्वपूर्ण है।

## कार्बोहाइड्रेट

कार्बोहाइड्रेट, कार्बन, हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन के यौगिक हैं। शर्करा तथा ग्लूकोस सरलतम कार्बोहाइड्रेटों के प्रमुख उदाहरण हैं। अधिकांश कार्बोहाइड्रेट के अणुओं में बड़ी संख्या में कार्बन के परमाणु होते हैं। उदाहरण के लिए शर्करा (चीनी) के एक अणु में कार्बन के 12 परमाणु होते हैं। कार्बोहाइड्रेट मुख्यतया स्टार्च और शर्करा के रूप में पाए जाते हैं। यह

हमारे शरीर (देह) के मुख्य ऊर्जा स्रोत हैं। खाद्य पदार्थों द्वारा शरीर को प्रदान की जाने वाली ऊर्जा की माप जूल अथवा उसके प्रतीक (J)में की जाती है। एक ग्राम कार्बोहाइड्रेट से 16.8 kJ ऊर्जा प्राप्त होती है। जब कोई व्यक्ति आवश्यकता से अधिक कार्बोहाइड्रेट का उपभोग करता है तो उपभोग न की गई अथवा अतिरिक्त ऊर्जा हमारे शरीर में वसा के रूप में एकत्रित हो जाती है। चावल, गेहूँ, मक्का, आलू, चीनी तथा गुड़ हमारे आहार में कार्बोहाइड्रेट के कुछ सामान्य स्रोत हैं। इनके अतिरिक्त केला, आम, खरबूजा जैसे फलों में भी कार्बोहाइड्रेट भरपूर मात्रा में पाए जाते हैं।

## वसा

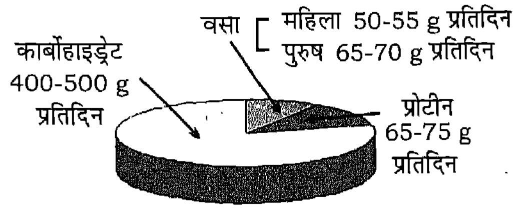
वसा भी ऊर्जा के स्रोत हैं। कार्बोहाइड्रेट की भाँति वसा भी हमारे शरीर में ईंधन का कार्य करते हैं। समान परिमाण में उपभोग किए जाने पर, कार्बोहाइड्रेट की तुलना में वसा दोगुनी ऊर्जा प्रदान करती है। वसा शरीर में कुछ विटामिनों के स्वांगीकरण के लिए भी आवश्यक हैं। हमारे द्वारा उपभोग की जाने वाली वसा हमें जंतुओं तथा पौधों से प्राप्त होती है। सामान्य ताप पर जंतुओं से प्राप्त वसा ठोस रूप में पाई जाती है। सरसों का तेल, मूंगफली का तेल और अन्य वनस्पति तेल, पौधों से प्राप्त होने वाली वसा के उदाहरण हैं। सामान्य ताप पर ये सभी द्रव या तरल रूप में पाई जाती हैं। मांस, मछली, अंडे और मेवों की गिरी वसा के अन्य स्रोत हैं। किसी वयस्क व्यक्ति को प्रतिदिन लगभग 70-80g वसा की आवश्यकता होती है।

## प्रोटीन

प्रोटीन, कार्बन, ऑक्सीजन, हाइड्रोजन तथा नाइट्रोजन के यौगिक होते हैं। इनके अतिरिक्त कुछ प्रोटीनों में सल्फर, फास्फोरस तथा लोह (या आयरन) भी हो सकते हैं। किसी प्रोटीन का अणु अनेक ऐमीनो अम्लों के कई अणुओं के संयोग से बना होता है। हमारा शरीर इनमें से कुछ ऐमीनो अम्लों को स्वयं नहीं बना सकता। इसलिए यह आवश्यक है कि हमारे द्वारा खाए गए भोजन में ऐसे ऐमीनो अम्ल उपस्थित हों। इन्हें आवश्यक ऐमीनो अम्ल कहते हैं। किसी आहार में प्रोटीन की मात्रा से उसकी गुणवत्ता

*वसाओं को प्रायः संतृप्त तथा असंतृप्त वसा के रूप में वर्गीकृत किया जाता है। सामान्यतः संतृप्त वसा जंतुओं से प्राप्त होती है। दूध, मक्खन, घी जैसे डेयरी उत्पाद तथा मांस में पाई जाने वाली वसा अधिकांशतः संतृप्त होती हैं। हाइड्रोजनीकृत वनस्पति तेल अथवा वनस्पति घी ऐसी संतृप्त वसा का उदाहरण है, जिसे पौधों से प्राप्त किया जाता है। इन खाद्य पदार्थों में वसा के समान एक अन्य पदार्थ भी होता है, जिसे* **कोलेस्टेरॉल** *कहते हैं। जो व्यक्ति लंबी अवधि तक ऐसे खाद्य पदार्थों का सेवन करते हैं, जिनमें संतृप्त वसा तथा कोलेस्टेरॉल बहुतायत में पाए जाते हैं तथा व्यायाम नहीं करते उनमें हृदय रोग के लक्षण उत्पन्न हो सकते हैं। अधिकांश असंतृप्त वसा पौधों से प्राप्त होती है। सूरजमुखी का तेल, जैतून का तेल, सरसों का तेल तथा अन्य वनस्पति तेल असंतृप्त वसा के उदाहरण हैं। इन तेलों का सेवन करने से हृदय रोग की संभावना कम हो जाती है। वास्तव में कुछ अध्ययनों से ऐसे संकेत मिले हैं कि इन तेलों का सेवन हृदय रोगों से बचाव करने में सहायक हो सकता है। कॉड व बांगड़ा (मैकरेल) जैसी मछलियों से प्राप्त वसा भी स्वास्थ्य के लिए अच्छी मानी जाती है। तथापि, हमारे आहार में संतृप्त तथा असंतृप्त दोनों प्रकार की वसा होनी चाहिए। यह अवश्य ध्यान रखना चाहिए कि संतृप्त वसा की मात्रा कम रहे।*

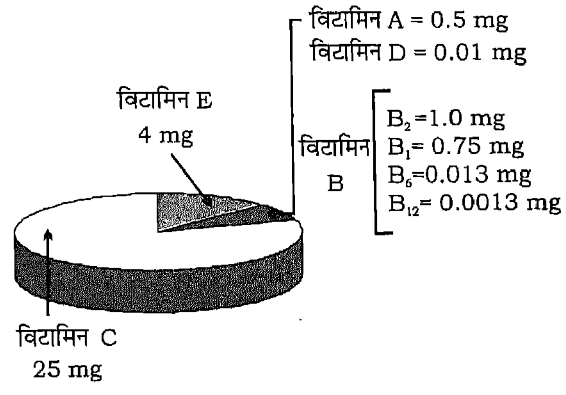
अधिक महत्वपूर्ण है। यह कथन विशेषकर शिशुओं के लिए सत्य है। प्रोटीन दो स्रोतों से उपलब्ध है–वनस्पति तथा जंतु। जंतु प्रोटीन के प्रमुख स्रोत हैं: दूध, अंडा, मांस तथा मछली। इनमें हमारे शरीर के सामान्य कार्यों को संपन्न करने के लिए आवश्यक ऐमीनो अम्ल पर्याप्त मात्रा में पाए जाते हैं। वनस्पति प्रोटीनों में बहुधा एक या अधिक आवश्यक ऐमीनो अम्ल नहीं पाए जाते। दालें, वनस्पति प्रोटीनों की अच्छी स्रोत हैं। अपने सामान्य क्रियाकलापों को संपन्न करने के लिए हमें कितनी मात्रा में प्रोटीन की आवश्यकता होती है? किसी वयस्क व्यक्ति को प्रतिदिन 50 से 60 g (प्रत्येक किलोग्राम शारीरिक भार के लिए लगभग 1g) प्रोटीन की आवश्यकता होती है। वयस्कों की तुलना में बच्चों को कहीं अधिक मात्रा में प्रोटीन की आवश्यकता होती है यद्यपि उनका शारीरिक भार कम होता है। महिलाओं की तुलना में पुरुषों को सामान्यत: प्रोटीन की अधिक मात्रा की आवश्यकता होती है। तथापि गर्भावस्था तथा स्तन्यस्रवण (स्तनपान कराने की) की अवधि में महिलाओं को पुरुषों की अपेक्षा कहीं अधिक मात्रा में प्रोटीन की आवश्यकता होती है। किसी वयस्क के लिए कार्बोहाइड्रेट, वसा तथा प्रोटीन की आवश्यक दैनिक मात्रा चित्र 14.2 में दिखाई गई है।




*चित्र 14.2 किसी वयस्क के लिए आवश्यक कार्बोहाइड्रेट, वसा तथा प्रोटीन की दैनिक मात्रा*

## विटामिन

विटामिन विशेष वर्ग के कुछ ऐसे यौगिक हैं, जिनकी हमारे शरीर को अल्प मात्रा में आवश्यकता होती है। इनसे हमें कोई ऊर्जा प्राप्त नहीं होती है। तथापि हमारे आहार में विटामिनों का होना आवश्यक है, क्योंकि वह हमारे शरीर के कुछ विशिष्ट प्रकार्य संपन्न करने में सहायता करते हैं। उदाहरण के लिए विटामिन हमारी आँखों, हड्डियों, दाँतों तथा मसूड़ों को स्वस्थ बनाए रखने में सहायता करते हैं। हमारे शरीर में होने वाली अनेक रासायनिक अभिक्रियाएँ केवल विटामिनों की उपस्थिति में ही संभव हो पाती हैं। यदि आपके आहार में विटामिन उपस्थित न हों तो आपके बीमार पड़ने की संभावना बढ़ जाती है। विभिन्न प्रकार के विटामिनों को उनके विशिष्ट नाम द्वारा जाना जाता है, जैसे-विटामिन A, विटामिन C, विटामिन D और विटामिन E तथा K। विटामिनों के एक समूह को सम्मिलित रूप से विटामिन B-कॉम्प्लेक्स के नाम से जाना जाता है। इनमें से कुछ विटामिन जल में जबकि अन्य वसा में घुलनशील हैं। हमारे शरीर की विभिन्न विटामिनों की आवश्यक दैनिक मात्रा (mg में) चित्र 14.3 में दिखाई गई है।




*चित्र 14.3 वयस्कों के लिए कुछ विटामिनों की आवश्यक दैनिक मात्रा*

आइए, विभिन्न प्रकार के विटामिनों के स्रोतों तथा उनके द्वारा हमारे शरीर में संपन्न किए जाने वाले विशिष्ट प्रकार्यों की जानकारी प्राप्त करें।

विटामिन A वसा में घुलनशील विटामिन है। मत्स्य (मछली का) तेल, दूध एवम् दुग्ध उत्पाद तथा गाजर विटामिन A के अच्छे स्रोत हैं। यदि आपके आहार में विटामिन A की कमी (हीनता) हो, तो आपकी त्वचा खुश्क तथा खुरदरी हो सकती है। विटामिन A की हीनता से रतौंधी (नक्तांधता) हो सकती है।

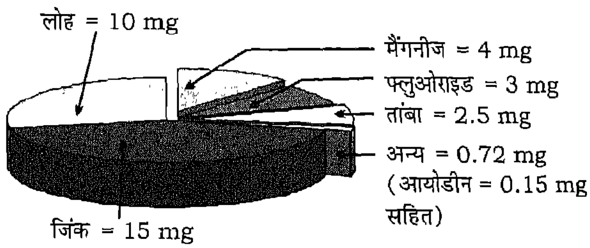
सभी विटामिन B जल में घुलनशील हैं। यह गेहूँ, चावल, खमीर-निचोड़, यकृत (कलेजी) तथा वृक्क (गुर्दे) में पाए जाते हैं। विटामिन B की कमी से होने वाला एक सामान्य रोग बेरी-बेरी है। बेरी-बेरी से पीड़ित व्यक्तियों की पेशियाँ शिथिल हो जाती हैं और वह भौतिक कार्य करने में सक्षम नहीं होते।

विटामिन C जल में घुलनशील है। यह सीट्रस अर्थात् निंबु-वंश के सभी फलों तथा आलू सहित अनेक ताजी सब्जियों में पाया जाता है। परंतु खाना पकाते समय गर्म किए जाने पर खाद्य पदार्थों में उपस्थित विटामिन C नष्ट हो जाता है। यही कारण है कि आपको अपने आहार में ताजे तथा बिना पकाए फल व सब्जियाँ लेने की सलाह दी जाती है। विटामिन C त्वचा को स्वस्थ बनाए रखने में सहायक होता है। आहार में विटामिन C की कमी होने से मसूड़ों की त्वचा फटने लगती है तथा उनसे रक्त बहने लगता है। यदि विटामिन C की कमी हो तो शरीर के अन्य स्थानों की त्वचा के घाव भरने में भी अधिक समय लगता है। इसे **स्कर्वी** कहते हैं। कई महीनों तक समुद्र में यात्रा करते समय नाविक उन दिनों स्कर्वी से प्रायः पीड़ित हो जाते थे, जब उन्हें ताजी सब्जियाँ व फल उपलब्ध नहीं होते थे।

विटामिन D जल में घुलनशील विटामिन है। यह मत्स्य तेल, अंडों, दूध तथा दुग्ध उत्पादों में पाया जाता है। हमारी त्वचा भी धूप में इस विटामिन का निर्माण करती है। विटामिन D हमारी हड्डियों तथा दाँतों को कैल्सियम का उपयोग करने में सहायता करता है। विटामिन D की कमी होने से हड्डियाँ नर्म हो जाती हैं तथा आसानी से मुड़ जाती हैं। इस अवस्था को **रिकेट्स** कहते हैं।

## खनिज

हमारे शरीर में पाए जाने वाले खनिज मुख्यतया कैल्सियम, फास्फोरस, सोडियम, पोटैशियम, क्लोरीन, सल्फर, आयरन, आयोडीन तथा कॉपर के यौगिकों के रूप में होते हैं। हमें प्रतिदिन के आहार में खनिजों की बहुत थोड़ी-सी मात्रा की आवश्यकता होती है। उचित शारीरिक वृद्धि तथा स्वस्थ बने रहने के लिए इनमें से प्रत्येक खनिज का हमारे आहार में सम्मिलित होना आवश्यक है। किसी वयस्क व्यक्ति के लिए कुछ खनिजों की आवश्यक दैनिक मात्रा चित्र 14.4 में दिखाई गई है।




*चित्र 14.4 किसी वयस्क व्यक्ति के लिए कुछ खनिजों की आवश्यक दैनिक मात्रा*

हमारी हड्डियाँ तथा दाँत कैल्सियम तथा फास्फोरस के लवणों से बने हैं। दूध, जिसमें मखनिया (मक्खन निकाला हुआ) दूध भी सम्मिलित है, छाँछ, पनीर तथा हरी पत्तेदार सब्जियों में भरपूर (प्रचुर मात्रा में) कैल्सियम पाया जाता है। चावल में कैल्सियम का अभाव होता है। अतः ऐसे लोगों को कैल्सियम से भरपूर कुछ अन्य खाद्य पदार्थों का सेवन अवश्य करना चाहिए जिनका मुख्य आहार चावल हो। इसके विपरीत, रागी में कैल्सियम प्रचुर मात्रा में पाया जाता है।

दूध में फास्फोरस की मात्रा कैल्सियम की अपेक्षा कम होती है। अनाज, दालें, मांस तथा मछली फास्फोरस के अच्छे स्रोत हैं। वयस्कों की तुलना में बच्चों को अधिक मात्रा में कैल्सियम तथा फास्फोरस की आवश्यकता होती है। ये उनकी हड्डियों के बनने तथा उनकी वृद्धि के लिए आवश्यक हैं। गर्भवती एवम् स्तनपान करा रही तथा वृद्ध महिलाओं को कैल्सियम तथा फास्फोरस की अधिक मात्रा की आवश्यकता होती है। अत: उन्हें अधिक मात्रा में दूध तथा हरी पत्तेदार सब्जियाँ लेने की सलाह दी जाती है।

रक्त में हीमोग्लोबिन बनाने के लिए खनिज रूप में आयरन (लोह) की आवश्यकता होती है। पत्तीदार तथा अन्य हरी सब्जियाँ, गिरी तथा गुड़ आयरन के समृद्ध स्रोत हैं। गर्भावस्था के दौरान महिलाओं को आयरन की अधिक मात्रा की आवश्यकता होती है। आयरन की कमी (हीनता) होने से अरक्तता (एनीमिया) हो जाती है, जो गर्भवती महिलाओं में बहुत सामान्य है। अरक्तता से पीड़ित व्यक्ति कमजोरी का अनुभव करता है तथा उसका शरीर पीला पड़ जाता है।

थायरॉयड ग्रंथि को अपने प्रकार्यों को समुचित रूप से संपन्न करने के लिए एक अन्य खनिज आयोडीन की आवश्यकता होती है। हमारे शरीर को आयोडीन की बहुत कम (अति अल्प) मात्रा की आवश्यकता होती है। सामान्यतया हम जो फल व सब्जियाँ खाते हैं, उनमें विद्यमान आयोडीन हमारे शरीर की आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए पर्याप्त होती है। आयोडीन की कमी होने से घेंघा हो जाता है, जिसमें गले की ग्रंथियाँ फूली हुई दिखाई देती हैं। बच्चों में आयोडीन की कमी होने पर वह मानसिक विकृति के शिकार हो सकते हैं।

## जल

हमारे शरीर को बहुत अधिक जल की आवश्यकता होती है। हमें प्रतिदिन लगभग 2-3 लीटर जल अवश्य लेना चाहिए। विभिन्न प्रकार के अनेक प्रकार्यों को संपन्न करने के लिए हमारे शरीर को जल की आवश्यकता होती है। हमारी कोशिकाओं में संपन्न होने वाली उन सभी अभिक्रियाओं के लिए जल की आवश्यकता होती है, जिनमें ऊर्जा निर्मुक्त होती है अथवा उपभोग की जाती है। आप जानते हैं कि शरीर के विभिन्न भागों तक आवश्यक पदार्थों को ले जाने तथा वापस लाने में रक्त महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। रक्त का अधिकांश भाग जल ही होता है। यदि किसी कारण शरीर से जल का ह्रास हो जाए तो वह व्यक्ति अत्यधिक निर्जलीकरण से पीड़ित हो सकता है। निर्जलीकरण की अवस्था में रक्त गाढ़ा हो जाता है जिससे शरीर में उसका प्रवाह मंदित हो जाता है। इसके कारण पेशियों में अत्यधिक पीड़ा तथा ऐंठन होने लगती है। हमारा शरीर जल का अन्य कई प्रकार से उपयोग करता है। यह पाचन में सहायक होता है। हमारे शरीर के अवांछित अथवा अपशिष्ट पदार्थों को जल अपने में घोल लेता है, ताकि उन्हें मूत्र के रूप में उत्सर्जित किया जा सके। स्वेद या पसीना तथा त्वचा से जल का वाष्पन हमारे शरीर को शीतल बनाए रखता है।

## रुक्षांश

रुक्षांश अधिकांशत: ऐसे वनस्पति उत्पादों को खाद्य पदार्थों के रूप में ग्रहण करने के फलस्वरूप बनते हैं, जिनमें सेलुलोस बहुतायत में पाया जाता है। आहार के रूप में ली गई अधिकांश सब्जियाँ, फल तथा अखंडित अन्न हमें रुक्षांश प्रदान करते हैं। रुक्षांश हमारे शरीर को पोषण प्रदान नहीं करते। तथापि, हमारे आहार में रुक्षांश का होना अति आवश्यक

है, क्योंकि यह आंत्रों (आँतों) की गतिविधि को नियमित करता है जिससे कब्ज नहीं होती।

**इनके उत्तर दीजिए**

1. हमारे शरीर के लिए आवश्यक पोषक कौन-से हैं?
2. कार्बोहाइड्रेट के किन्हीं तीन स्रोतों के नाम लिखिए।
3. विटामिन A की कमी से होने वाले किसी रोग का नाम बताइए।
4. जंतु तथा वनस्पति दोनों प्रकार के प्रोटीन के एक-एक स्रोत का नाम बताइए।
5. विटामिन C की कमी होने से उत्पन्न होने वाले कुछ लक्षण बताइए।
6. निम्नलिखित कथनों में से कौन-सा सत्य है तथा कौन-सा गलत:
   - (i) विटामिन A की कमी से हड्डियाँ कमजोर हो जाती हैं।
   - (ii) आयरन की कमी से शरीर में पीलापन आ जाता है।
   - (iii) हड्डियों तथा दाँतों को मजबूत बनाने के लिए कैल्सियम आवश्यक है।
   - (iv) विटामिन B की कमी हमारी भूख बढ़ाने में सहायक होती है।
   - (v) विटामिन D की कमी से मसूड़े फूल जाते हैं तथा उनसे खून बहने लगता है।

## 14.3 संतुलित आहार

आहार हमें ऊर्जा तथा वह सभी पोषक तत्व प्रदान करता है जो हमारे शरीर की वृद्धि तथा उसके रख-रखाव के लिए आवश्यक होते हैं। शरीर को स्वस्थ बनाए रखने के लिए आपको संतुलित आहार लेना आवश्यक है।

हमारे आहार शाकाहारी अथवा मांसाहारी, संतुलित अथवा असंतुलित, सादा अथवा घी-तेल से भरपूर चटपटा मसालेदार, पोषक अथवा जंक फूड हो सकता है। अत्यधिक तले तथा भुने हुए भोजन के पोषक तत्व सामान्यतया नष्ट हो जाते हैं। इसी प्रकार, घी-तेल युक्त तथा मसालेदार भोजन स्वादिष्ट तो हो सकता है, परंतु संभवतः पोषक नहीं। बासी व सड़ा हुआ भोजन हमारे स्वास्थ्य के लिए हानिकारक हो सकता है। कोई भी भोजन हमारा पेट भरने तथा भूख मिटाने के लिए पर्याप्त हो सकता है। तथापि, ऐसा भोजन हमारे शरीर की प्रमुख आवश्यकताओं की पूर्ति नहीं कर सकता। किसी संतुलित आहार में सभी समूहों के खाद्य पदार्थ समुचित मात्रा में उपलब्ध होते हैं। इन समूहों में ऊर्जा-प्रदायी खाद्य, शरीर (देह) निर्माण करने वाले खाद्य तथा रक्षी खाद्य हो सकते हैं।

किसी संतुलित आहार के अवयव किसी व्यक्ति विशेष की आयु, उसके लिंग तथा उसके भौतिक क्रियाकलापों के आधार पर भिन्न-भिन्न हो सकते हैं। किसी व्यक्ति का संतुलित आहार निर्धारित करने के लिए उसकी दैनिक आवश्यकताओं की उचित जानकारी होना आवश्यक है। यदि आहार की मात्रा तथा उसकी गुणवत्ता में कमी हो तो सबसे अधिक हानि नवजात शिशुओं तथा 5 वर्ष से कम आयु के बच्चों को होती है। इस आयु वर्ग के बच्चों की वृद्धि तथा विकास उनके आहार की पर्याप्तता पर बहुत अधिक निर्भर करता है। आपको यह भी अवश्य ध्यान में रखना चाहिए कि हमारे शरीर को पर्याप्त शारीरिक व्यायाम, शुद्ध वायु, जल तथा सूर्य के प्रकाश की आवश्यकता होती है। पर्याप्त शारीरिक तथा मानसिक विश्राम हमारे शरीर की अन्य विशिष्ट आवश्यकता है।

### भोजन से ऊर्जा

भोजन हमारे शरीर के ऊतकों का निर्माण करने, उसे संक्रमणों से सुरक्षा प्रदान करने, उपापचयी क्रियाविधियों को नियमित करने तथा विभिन्न अंगों द्वारा उनके प्रकार्यों को संपन्न करने के लिए आवश्यक ऊर्जा प्रदान करता है। यह सभी कार्य किसी व्यक्ति द्वारा लिए गए आहार के द्वारा प्रदान की गई ऊर्जा के कारण संभव हो पाते हैं। श्वसन, पाचन, रुधिर

संचरण तथा शरीर के ताप को स्थिर बनाए रखने जैसे शरीर के महत्वपूर्ण जैव प्रकार्यों को संपन्न करने के लिए आवश्यक ऊर्जा को आधारक उपापचयी दर (BMR) कहते हैं। यदि किसी व्यक्ति का भार 50 kg हो तो उसे इन प्रकार्यों के लिए प्रतिदिन लगभग 5040 kJ ऊर्जा की आवश्यकता होती है। इसके अतिरिक्त, किसी वयस्क पुरुष को लगभग 5125 kJ तथा वयस्क स्त्री को 3470 kJ ऊर्जा की आवश्यकता प्रतिदिन 8 घंटे तक अपने सामान्य क्रियाकलाप करने के लिए होती है। ये सामान्य क्रियाकलाप उठना, बैठना, स्नान करना, कपड़े धोना, वस्त्र पहनना, पैदल घूमना-फिरना, आदि के रूप में हो सकते हैं। तथापि, अन्य दैनिक कार्यों के लिए अतिरिक्त ऊर्जा की आवश्यकता होती है। सारणी 14.1 में दो भिन्न-भिन्न शारीरिक भार वाले व्यक्तियों को एक घंटे तक विभिन्न कार्यों को करने के लिए आवश्यक ऊर्जा दर्शाई गई है। स्थूलकाय या मोटे व्यक्तियों को अपने दैनिक कार्यों को करने के लिए अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है तथा इस कारण उनकी भोजन की अधिक मात्रा ग्रहण करने की प्रवृत्ति होती है। भोजन की अधिक मात्रा उनके शरीर में तनाव उत्पन्न करती है। इस कारण ऐसे व्यक्ति प्रायः आलसी होते हैं तथा अधिक परिश्रम नहीं कर पाते। स्थूलकाय बच्चों में भी ऐसे लक्षण देखे जाते हैं।

**सारणी 14.1**

**शारीरिक भार के संदर्भ में प्रति घंटा ऊर्जा उपभोग की दर**

| | ऊर्जा उपभोग (kJ) | |
|---|---|---|
| *शारीरिक क्रियाकलाप* | *शरीर का भार* (50 kg) | (75 kg) |
| भोजन करना | 328 | 403 |
| निष्क्रिय बैठना | 277 | 403 |
| बातचीत करना | 328 | 479 |
| सोना | 277 | 403 |
| लिखना | 378 | 554 |
| खाना पकाना | 596 | 907 |
| पैदल चलना (3.2 km/h) | 605 | 907 |
| स्नान करना तथा वस्त्र बदलना | 656 | 958 |
| शिक्षण कार्य | 756 | 1058 |
| गाड़ी चलाना | 756 | 1058 |
| नृत्य करना | 1461 | 2066 |
| दौड़ना (9 km/h) | 2419 | 3074 |
| तैरना | 1789 | 2376 |

शरीर को स्वस्थ बनाए रखने के लिए उचित शारीरिक भार आवश्यक है। अतः किसी व्यक्ति द्वारा प्रतिदिन उपभोग किया गया भोजन उसकी ऊर्जा की दैनिक आवश्यकताओं की आपूर्ति के अनुसार होना चाहिए। इस प्रकार, यदि ऊर्जा की आपूर्ति, खर्च की गई ऊर्जा के बराबर है तो शरीर का भार स्थिर बना रहता है।

## खाद्य प्रतिस्थापन

प्रायः यह विश्वास किया जाता है कि सामान्यतः उपलब्ध तथा अपेक्षाकृत सस्ते पदार्थों की तुलना में महंगे तथा दुर्लभ खाद्य पदार्थ अधिक पोषक तथा पौष्टिक होते हैं। यह सदैव सत्य नहीं होता। खाद्य प्रतिस्थापन का अर्थ है महंगे तथा दुर्लभ खाद्य पदार्थों के बदले ऐसे सामान्यतया उपलब्ध तथा अपेक्षाकृत कम मूल्य के खाद्य पदार्थों का उपयोग करना जिनके पोषक गुण लगभग समान हों। उदाहरण के लिए हरी पत्तेदार पालक (अंग्रेज़ी में स्पिनिज तथा तमिल में मूलाकिरी) सस्ती होने के साथ-साथ स्वास्थ्यवर्धक होती है। प्रति 100 g पालक से 2 g प्रोटीन, 0.7 g वसा, 1.7 g खनिज, 3 mg विटामिन A, 30 mg विटामिन C, 0.6 g तंतु अथवा रूक्षांश, 2.9 g कार्बोहाइड्रेट तथा जल उपलब्ध होते हैं।

### खाद्य छंद

*विभिन्न प्रकार के खाद्य पदार्थों के विषय में दोषपूर्ण जानकारी अथवा प्रचलित छंद (या किंवदंतियाँ) हमें उनका चुनाव करने में भ्रमित कर सकते हैं। आइए, यह जानने का प्रयास करें कि खाद्य संबंधी किवदंतियाँ अथवा खाद्य छंद हमें किस प्रकार भ्रमित कर सकते हैं।*

*(i)* *शारीरिक भार को कम करने अथवा उसे स्थिर बनाए रखने के लिए अति उत्सुक युवा व्यक्ति प्राय: अपने आहार में अनाज की मात्रा को बहुत कम कर देते हैं। तथापि, हमें यह याद रखना चाहिए कि उबले चावल, चपाती या ब्रेड जैसे अनाज से बने खाद्य, ऊर्जा के अत्यधिक समृद्ध स्रोत नहीं हैं। अतिरिक्त ऊर्जा प्राय: मक्खन, घी, जैम तथा शर्करा जैसे उच्च ऊर्जा प्रदायी खाद्य पदार्थों के उपभोग से मिलती है, जिन्हें अनाज से बने खाद्य पदार्थों के साथ लिया जाता है।*

*(ii)* *अधिकांश निर्माता यह दावा करते हैं कि उनके द्वारा निर्मित खाद्य तेल हृदय रोगियों के लिए स्वास्थ्यवर्धक हैं। प्राय: यह दावा किया जाता है कि किसी विशेष ब्रांड के वनस्पति तेल में असंतृप्त वसा अथवा बहुअसंतृप्त वसा अम्ल (PUF) प्रचुर मात्रा में उपस्थित हैं तथा उनमें कोलेस्टरॉल नहीं है। वास्तव में, सभी वनस्पति तेलों में संतृप्त तथा असंतृप्त दोनों प्रकार की वसा पाई जाती हैं। अत: ऐसे दावों में कोई दम नहीं है।*

*(iii)* *प्राय: यह माना जाता है कि फार्म के अंडों की तुलना में देसी अंडे अधिक पौष्टिक होते हैं। यह बात भ्रामक है। वास्तव में देसी अथवा फार्म शब्द का उपयोग केवल मुर्गियों की नस्ल बताने के लिए किया जाता है। जहाँ तक पौष्टिकता का संबंध है, दोनों प्रकार के अंडों में कोई अंतर नहीं होता।*

*(iv)* *यह दावा किया जाता है कि बने बनाए शिशु आहार पौष्टिकता से भरपूर होते हैं। उनकी उच्च लागत की तुलना में उनसे होने वाले लाभ बहुत कम हैं। वास्तव में, इस प्रकार के शिशु आहार कम लागत में स्वयं भी बनाए जा सकते हैं। ऐसे अधिकांश शिशु आहार विभिन्न प्रकार के अनाजों, दालों, चीनी, फल, गिरी तथा दूध के मिश्रण होते हैं।*

100 g पालक द्वारा लगभग 109.2 kJ ऊर्जा प्राप्त होती है। इसके विपरीत, 100 g अंगूर से हमें 0.5 g प्रोटीन, 0.3 g वसा, 0.6 g खनिज, 1 mg विटामिन C, 2.9 g रुक्षांश तथा जल प्राप्त होते हैं। इससे विटामिन A अथवा विटामिन B प्राप्त नहीं होते। 100 g अंगूरों से 71.4 kJ ऊर्जा प्राप्त होती है। फिर भी, अनेक व्यक्ति यह समझते हैं कि पालक की तुलना में अंगूर अधिक पौष्टिक होते हैं। केवल महंगे होने से अंगूर अधिक पौष्टिक खाद्य नहीं हो जाते। यह विचार कि कोई खाद्य पदार्थ इसलिए अधिक पौष्टिक होता है, क्योंकि वह महंगा है तथा आसानी से उपलब्ध नहीं है, खाद्य छंद कहलाता है। अत:, अंगूरों के बदले पालक खाना मितव्ययी है।

वयस्कों के लिए अपने शरीर के भार को स्थिर बनाए रखना एक समस्या है। कुछ किशोरों को भी इस समस्या से जूझना पड़ता है। शरीर के सामान्य प्रकार्यों पर मोटापे के अनेक दुष्प्रभाव पड़ते हैं जिनके फलस्वरूप हृदय तथा श्वसन तंत्र के अनेक रोग उत्पन्न हो सकते हैं। खाद्य प्रतिस्थापन के संबंध में उचित जानकारी आपको यह निर्णय लेने में सहायक हो सकती है कि उच्च ऊर्जा प्रदायी खाद्य पदार्थों के स्थान पर कौन से खाद्य पदार्थ आहार में लिए जाएँ। इससे आपको अपने शरीर का भार या मोटापा कम करने में सहायता मिल सकती है। सारणी 14.2 में कुछ सामान्य खाद्य पदार्थों द्वारा उपलब्ध होने वाली ऊर्जा के मान दिए गए हैं। इस सूची से आपको

**सारणी 14.2**

**विभिन्न खाद्य पदार्थों के प्रतिस्थापन के फलस्वरूप ऊर्जा आपूर्ति में संभावित कमी**

| *खाद्य पदार्थ* | *प्रदायी ऊर्जा (kJ)* | *खाद्य पदार्थ जिससे प्रतिस्थापित किया जा सकता है* | *प्रदायी ऊर्जा* | *ऊर्जा आपूर्ति में संभावित कमी (kJ)* |
|---|---|---|---|---|
| कचौरी, 1 | 190 | समोसा, 1 | 103 | 87 |
| आलू बड़ा, 1 | 118 | दही बड़ा, 1 | 83 | 35 |
| चॉट, 100 g | 474 | भेलपुरी, 100 g | 182 | 292 |
| आलू चिप्स, 20 g | 108 | मूंगफली (भुनी हुई), (चाय की एक चम्मच) | 86 | 22 |
| परांठा (गेहूँ का), 1 | 304 | पूरी (गेहूँ की), 1 | 68 | 236 |
| चपाती (बाजरा/ज्वार), 1 | 108/106 | चपाती (गेहूँ की), 1 | 40 | 68/66 |
| चावल (उबले हुए), 140 g | 238 | इडली (चावल की), 2 | 130 | 108 |
| प्याज (ताजा), 1 | 45 | टमाटर (ताजा), 1 | 20 | 25 |
| भुट्टा (भुना हुआ), 1 | 84 | बंद गोभी (कसी हुई), ½ | 12 | 72 |
| गाजर (ताजा), 1 | 45 | खीरा (ताजा), 1 | 12 | 33 |
| केला, 1 | 132 | सेब, 1 | 56 | 76 |
| आम, 1 | 122 | खरबूजा, ½ | 37 | 85 |
| अंगूर, (लगभग 25) | 70 | प्लम, 1 | 30 | 40 |
| खजूर, 100 g | 283 | संतरा, 1 | 68 | 215 |
| जलेबी, 100 g | 494 | गुलाब जामुन, 2 | 387 | 107 |
| बटर बिस्कुट, 100 g | 482 | मिल्क बिस्कुट, 100 g | 399 | 83 |
| बूंदी का लड्डू, 1 | 150 | संदेश, 1 | 57 | 93 |
| कस्टर्ड (पका हुआ), (एक कटोरी) | 205 | जेली, (1 कटोरी) | 65 | 140 |
| गुड़, (चाय की एक चम्मच) | 56 | चीनी (1 क्यूब) | 24 | 32 |
| मूंगफली का तेल, (चाय की एक चम्मच) | 126 | घी, (चाय की एक चम्मच) | 45 | 81 |
| क्रीम, (चाय की एक चम्मच) | 50 | मक्खन, (चाय की एक चम्मच) | 36 | 14 |

1. निम्नलिखित पोषक तत्वों का समान द्रव्यमान लेने पर कौन-सा अधिक ऊर्जा प्रदान करेगा : वसा या कार्बोहाइड्रेट?
2. विटामिन तथा खनिजों में क्या मुख्य अंतर हैं?
3. संतुलित आहार किसे कहते हैं?
4. लागत में बिना वृद्धि किए आप अपना आहार किस प्रकार संतुलित कर सकते हैं? ऐसा करने की कोई एक विधि बताइए।

उचित खाद्य पदार्थों का चयन करने में सहायता मिल सकती है।

## 14.4 खाद्य पदार्थों की गुणवत्ता का रखरखाव

खाद्य पदार्थ (अथवा भोज्य पदार्थ) उत्पादन से लेकर उपभोग तक के विभिन्न चरणों में अनेक कारणों से संदूषित अथवा खराब हो सकते हैं। खाद्य पदार्थों की गुणवत्ता के रखरखाव का अर्थ है कि उनके उत्पादन,

भंडारण, वितरण, पकाने तथा परोसने से संबंधित सभी कार्य स्वच्छ एवम् स्वस्थ ढंग से किए जाएँ। खाद्य विषाक्तता की रोकथाम करने के लिए खाद्य-स्वास्थ्य संबंधी नियमों का पालन करना आवश्यक है।

## खाद्य भंडारण

कुछ खाद्य पदार्थ शीघ्र ही खराब या नष्ट हो जाते हैं। उदाहरण के लिए दूध, सब्जियाँ, फल, उबले चावल तथा पकाए गए अधिकांश खाद्य कुछ समय के उपरांत खराब हो जाते हैं। ऐसे खाद्य पदार्थों को विकारीय भोज्य पदार्थ के रूप में वर्गीकृत किया जाता है। इसके विपरीत, गेहूँ तथा इसका आटा, कच्चे चावल व दालें दीर्घ काल तक भंडारित किए जा सकते हैं। ऐसे खाद्य पदार्थों को अ-विकारीय भोज्य पदार्थ के रूप में वर्गीकृत किया जाता है। इसी आधार पर भंडारण दो प्रकार का होता है – शुष्क भंडारण तथा शीत भंडारण। अ-विकारीय भोज्य पदार्थों (जैसे – खाद्यान्न, आटा, दालें, चीनी तथा मसाले) को भंडारित करने की विधि को शुष्क भंडारण कहते हैं। इन भोज्य पदार्थों को कक्ष ताप पर वायुरुद्ध ऐसे कोठरों में किया जाता है, जहाँ उन्हें धूल, नमी, चूहों तथा कीटों से सुरक्षित रखा जा सके। शुष्क भंडारण के लिए प्रयुक्त स्थल स्वच्छ तथा शुष्क, शीतल, भली-भाँति संवातित (हवा दार) होने के साथ-साथ चूहों तथा कीटों से सुरक्षित होने चाहिए। इसके विपरीत, विकारीय भोज्य पदार्थ कक्ष ताप पर भी कुछ समय उपरांत नष्ट हो जाते हैं। अतः उन्हें कम ताप पर भंडारित किया जाता है। क्या आप अब इसका कारण समझ सकते हैं कि जाड़ों में अथवा रेफ्रिजरेटर में रखा दूध खराब क्यों नहीं होता। विकारीय भोज्यपदार्थों के शीघ्र नष्ट हो जाने का कारण उन पर होने वाली सूक्ष्मजीवों की क्रिया है जो या तो भोज्य पदार्थों अथवा वातावरण में उपस्थित होते हैं। कम ताप पर सूक्ष्मजीवों की वृद्धि करने की दर या तो कम हो जाती है या रुक जाती है। कम ताप पर भंडारित किए जाने पर विकारीय भोज्य पदार्थों के पोषक तत्व बने रहते हैं तथा कम मात्रा में नष्ट होते हैं। व्यावसायिक पैमाने पर फलों, सब्जियों तथा अन्य विकारीय भोज्य पदार्थों को विशाल आकार के प्रशीतक गृहों में भंडारित किया जाता है। घरों में विकारीय भोज्य पदार्थों को ठंडे व शुष्क स्थानों अथवा रेफ्रिजरेटरों में रखा जाता है।

खाद्य पदार्थों की स्वच्छता का सीधा संबंध उन व्यक्तियों के व्यक्तिगत स्वास्थ्य एवम् स्वच्छता के स्तर पर निर्भर करता है, जो भंडारण, पकाने तथा परोसने के प्रक्रम में इनके संपर्क में आते हैं। खाद्य पदार्थ, उन्हें पकाने के बर्तन तथा उनसे बने व्यंजकों की स्वच्छता तथा इन कार्यों को करते समय स्वच्छता का ध्यान रखना अत्यंत महत्वपूर्ण है। खाद्य पदार्थों के संपर्क में आने वाले व्यक्तियों द्वारा सामान्यतया फैलने वाले संक्रमण इस प्रकार हैं: प्रवाहिका (डायरिया), पेचिश, टॉयफायड, पैरा-टॉयफायड, प्रोटोजोआ के सिस्ट, कृमि के अंडे तथा जीवाणुजन्य संक्रमण। अतः खाद्य पदार्थों को हाथ से स्पर्श करने वाले व्यक्तियों के व्यष्टिगत स्वास्थ्य एवम् स्वच्छता का स्तर उच्च होना आवश्यक है। खाद्य पदार्थों को स्पर्श करने से पहले हर बार हाथों को साबुन से भली-भाँति धोना आवश्यक है। ऐसे व्यक्तियों के नाखून कटे हुए होने चाहिए तथा उनमें गंदगी नहीं होनी चाहिए। भोज्य पदार्थों के आस-पास छींकना या खांसना नहीं चाहिए तथा न ही अंगुली चूसने, नाक या कान साफ करने जैसे क्रियाकलाप करने चाहिए।

भोजन ग्रहण करने के स्थलों की उचित स्वच्छता एवम् उनके परिवेश का स्वास्थ्यवर्धक होना भी आवश्यक है। जहाँ तक संभव हो रसोईघर की

खिड़कियाँ तथा दरवाजे स्वत: बंद हो जाने वाले और चूहों तथा मक्खियों से सुरक्षा प्रदान करने योग्य होने चाहिए। विकारीय तथा अ-विकारीय खाद्य पदार्थों को भिन्न-भिन्न स्थानों पर भंडारित किया जाना चाहिए। सब्जियों के तथा अन्य अपशिष्ट को किसी ढक्कन-बंद कूड़ेदान में एकत्र करने के साथ-साथ कूड़े-कचरे का सुरक्षित निपटान किया जाना आवश्यक है। पकाने तथा खाने के लिए उपयोग किए गए बर्तनों में चिपके खाद्य पदार्थों के कण, धूल तथा सूक्ष्मजीवों को आकर्षित करते हैं, जो रोग का कारण बन सकते हैं। पकाने तथा खाने के लिए उपयोग किए गए सभी बर्तनों को यथा शीघ्र किसी अच्छे अपमार्जक (डिटरजेंट पाउडर) अथवा राख से साफ करके गर्म पानी से धोना चाहिए। पीने, खाना पकाने तथा बर्तन धोने के लिए स्वच्छ तथा सुरक्षित जल का उपयोग करना चाहिए।

रोगवाहक जीवों, प्रोटोजोआ तथा कृमि संक्रमण का एक अन्य प्रमुख स्रोत फल एवम् सब्जियाँ हैं। उपभोग करने से पहले सभी फल तथा सब्जियों को भली-भाँति धोया जाना चाहिए। पकी हुई सब्जियाँ हानिकारक जीवों से सामान्यतया मुक्त होती हैं। अधपके अथवा कच्चे मांस या मुर्गे को खाने से रोग उत्पन्न करने वाले ऐसे जीव तथा कृमि शरीर में प्रवेश कर सकते हैं, जो उस जंतु के शरीर में वास करते थे। इसके अतिरिक्त मांस व मछली को कम ताप पर तथा मक्खियों और अन्य संक्रामकों से सुरक्षित न रखा जाए, तो उनमें रोग उत्पन्न करने वाले जीव शीघ्र ही वृद्धि करने लगते हैं।

दूध भी रोगजनक जीवों का एक स्रोत हो सकता है। दूध में संदूषण के संभावित स्रोत हैं: (a) डेयरी पशु, (b) दूध को हाथ से स्पर्श करने वाले व्यक्ति तथा (c) परिवेश। परिवेश में संदूषित बर्तनों तथा दूषित जल का उपयोग या मक्खियाँ तथा धूल आदि सम्मिलित किए जा सकते हैं। पास्तेरीकरण द्वारा दूध को संदूषित होने से बचाया जा सकता है तथा इसे अधिक समय तक सुरक्षित रूप से भंडारित किया जा सकता है।

## खाद्य विषाक्तता

खाद्य विषाक्तता एक सामान्य लक्षण है। यह सामान्यत: खाद्य पदार्थों पर ऐसे बैक्टीरिया की क्रिया के कारण होता है, जिनकी संख्या में, जनन की उच्च दर के कारण कुछ ही समय में आशातीत वृद्धि हो जाती है। सैल्मोनेला तथा क्लॉस्ट्रिडियम इस प्रकार के बैक्टीरिया के कुछ उदाहरण हैं। सैल्मोनेला एक ऐसा बैक्टीरिया है, जो लगभग सभी स्थानों में पाया जाता है। जब किसी ऐसे भोज्य पदार्थ का अंत:ग्रहण किया जाता है, जिसमें सैल्मोनेला की वृद्धि से उनकी आबादी बहुत अधिक हो गई हो, तो खाद्य विषाक्ता के लक्षण उत्पन्न हो सकते हैं। ऐसा भोजन खाने वाला व्यक्ति बीमार पड़ सकता है। यदि भोज्य पदार्थ के उत्पादन, परिस्करण, भंडारण तथा पकाने के दौरान वांछित सावधानियाँ रखी जाएँ तथा स्वच्छता एवम् स्वास्थ्यवर्धक परिस्थितियाँ बनाई रखी जाएँ तो सैल्मोनेला तथा उसके जैसे अन्य बैक्टीरिया को बढ़ने का अवसर नहीं मिल पाता।

अधिकांश बैक्टीरिया ऊष्ण तथा आर्द्र (या नम) वातावरण में शीघ्रता से बढ़ते हैं। भोज्य पदार्थों को कम ताप पर सुरक्षित रखने पर बैक्टीरिया की वृद्धि की दर मंद पड़ जाती है अथवा रुक जाती है। यदि भंडारित भोजन को खाने से पहले भली-भाँति गर्म कर लिया जाए, तो उसमें उपस्थित अधिकांश बैक्टीरिया मर जाते हैं। यदि आप खाना पकने के तुरंत बाद या उसे भली-भाँति गर्म करके खाएँ, तो आप खाद्य विषाक्तता से सुरक्षित रहेंगे। फिर भी

ऐसा संभव है कि पकाने के बाद भी भोज्य पदार्थों में कुछ बैक्टीरिया जीवित रह जाएँ या पकाने के बाद उनमें मिल जाएँ। खाद्य विषाक्तता ऐसे भोज्य पदार्थों को खाने से भी हो सकती है जो फंगस या कवक की वृद्धि के कारण खाने योग्य न रह गए हों। किसी भोज्य पदार्थ के खराब स्वाद अथवा उससे दुर्गंध आने का अर्थ है कि उसमें सूक्ष्मजीवों का संक्रमण हो चुका है। ऐसे भोज्य पदार्थों को खाने से खाद्य विषाक्तता हो सकती है। आप जानते हैं कि ब्रेड जैसे भोज्यपदार्थों में सूक्ष्मजीवों की वृद्धि कैसे होती है।

**इन्हें उत्तर दीजिए**

1. पके हुए भोज्य पदार्थों को खुला छोड़ देने पर क्या होता है?
2. भोजन करने के लिए ऐसे बर्तनों का उपयोग क्यों नहीं करना चाहिए जिनमें चिकनाई तथा धूल जमी हो?
3. भंडारित खाद्य पदार्थों में सूक्ष्मजीवों की वृद्धि के लिए कौन-सी परिस्थितियाँ अनुकूल हैं?
4. अपने आस-पास पाए जाने वाले बिना पके खाद्य पदार्थों की सूची बनाइए। हमारे आहार में इनमें से प्रत्येक का महत्व समझाइए। इन पदार्थों को खराब होने अथवा संदूषित होने से कैसे बचाया जा सकता है?

## 14.5 खाद्य पदार्थों की बर्बादी तथा उसकी रोकथाम

हमारे आहार का अधिकांश भाग विभिन्न प्रकार के फलों, सब्जियों तथा खाद्यान्नों से प्राप्त होता है। आप जानते हैं कि अधिकांश फसलें वर्ष में केवल एक बार उगाई जाती हैं। इसी प्रकार, प्रत्येक प्रकार के फल व सब्जियाँ भी किसी विशिष्ट मौसम में ही उपलब्ध होते हैं। तथापि, हमें भोजन की वर्षभर आवश्यकता होती है। इसलिए खाद्य पदार्थों का भंडारण आवश्यक है। भंडारण के दौरान खाद्य पदार्थ प्राय: कीटों, कृमि, पक्षियों, चूहों तथा सूक्ष्मजीवों के द्वारा नष्ट अथवा बर्बाद कर दिए जाते हैं। अत: यह आवश्यक है कि भंडारण के दौरान खाद्य पदार्थों को उन्हें नष्ट करने वाले सभी संभावित कारकों से सुरक्षित रखा जाए। भंडारण की उचित विधियों को अपनाकर हम भंडारित खाद्य पदार्थों की बर्बादी को कुछ सीमा तक कम कर सकते हैं।

कभी-कभी हमारी परंपराएँ तथा सामाजिक प्रथाएँ भी खाद्य पदार्थों की बर्बादी का कारण हो सकती हैं। सामाजिक तथा धार्मिक अवसरों पर आयोजित भोज के लिए तैयार किए गए भोज्य पदार्थों का एक बड़ा भाग उचित प्रबंधन के अभाव में प्राय: बर्बाद हो जाता है। व्यष्टिगत स्तर पर भी हम प्राय: खाद्यान्न तथा भोज्य पदार्थों को बर्बाद करते हैं तथा यह ध्यान नहीं रखते कि वह कितनी बहुमूल्य संपदा है। यद्यपि किसी एक व्यक्ति द्वारा प्रतिदिन नष्ट किए जाने वाले खाद्य पदार्थों की मात्रा बहुत अधिक नहीं होती, तथापि सम्मिलित रूप में किसी विशाल आबादी द्वारा की गई ऐसी बर्बादी की मात्रा बहुत अधिक हो सकती है। यदि खाद्य पदार्थों के उत्पादन, भंडारण, परिवहन तथा उपयोग जैसे सभी चरणों से संबद्ध सभी व्यक्तियों द्वारा परस्पर सहयोग तथा समुचित कार्यवाही की जाए तो उनकी बर्बादी को बहुत कम किया जा सकता है।

भंडारण के दौरान खाद्य पदार्थों की बर्बादी के अतिरिक्त उनके पोषक गुण भी दुष्प्रभावित हो सकते हैं। उदाहरण के लिए अधिकांश फलों को यदि उचित ताप पर भंडारित न किया जाए तो उनके बाह्य-गठन तथा विटामिनों की मात्रा में तीव्र गति से ह्रास होने लगता है। खाना पकाने से पहले तथा उसके दौरान अपनाए जाने वाले प्रक्रमों के कारण भी खाद्य पदार्थों के अनेक पोषक तत्व नष्ट हो जाते हैं। उदाहरण के लिए, फलों व सब्जियों

को छिलका उतारने के बाद धोने से उनमें उपस्थित जल में विलेय विटामिन पृथक हो जाते हैं। यदि फलों व सब्जियों को काटने से पहले धो लिया जाए तो उनके विटामिनों को सुरक्षित रखा जा सकता है। इसी प्रकार, चावल तथा दालों को कई बार धोने से उनमें उपस्थित जल में विलेय विटामिन तथा अनेक खनिज धोवन में चले जाते हैं। फलों व सब्जियों के छिलके मोटे उतारने से भी प्राय: महत्वपूर्ण विटामिनों एवम् खनिजों की हानि हो सकती है।

**खाना पकाने के दौरान पौष्टिक तत्वों की हानि**

भोज्यपदार्थों के पोषक तत्व उन्हें पकाए जाने के दौरान भी नष्ट होते हैं। पकाने से खाद्य पदार्थ अधिक स्वादिष्ट हो जाते हैं तथा उनकी पाचकता बढ़ जाती है। साथ ही, पकाए जाने पर खाद्य पदार्थों के कुछ पोषक तत्व नष्ट भी हो जाते हैं। पकाने के दौरान गर्म करने के प्रक्रम में खाद्य पदार्थों के कुछ विटामिन नष्ट हो जाते हैं तथा प्रोटीन जैसे कुछ पोषक तत्वों के गुण बहुत कुछ बदल जाते हैं। गर्म करने पर प्रोटीन कठोर हो जाते हैं तथा उनका स्कंदन हो जाता है, जैसा अंडे को उबालने पर होता है। इस कारण शरीर द्वारा प्रोटीनों को अवशोषित करना कठिन हो जाता है। यदि खाना पकाते समय उपयोग किए गए जल को फेंक दिया जाए तो भी अनेक उपयोगी प्रोटीन तथा खनिजों की हानि होती है। खाना पकाते समय उसमें खाने का सोडा (बेकिंग सोडा) जैसे अतिरिक्त पदार्थों को मिलाने से भी विटामिन नष्ट हो जाते हैं।

## 14.6 खाद्य परिरक्षण

खाद्य परिरक्षण की उचित प्रौद्योगिकी का उपयोग करने से खाद्य पदार्थों की बर्बादी को कुछ सीमित किया जा सकता है।

वास्तव में खाद्य परिरक्षण का अर्थ खाद्य पदार्थों के पोषक तत्वों को दीर्घ काल तक सुरक्षित बनाए रखना है। खाद्य परिरक्षण की कुछ सामान्य विधियों में निर्जलन, अतिहिमीयकरण, आचार, मुरब्बा तथा जेली बनाना जैसे प्रक्रम सम्मिलित हैं। फलों तथा सब्जियों में से उनमें उपस्थित जल को हटाकर उन्हें परिरक्षित करने की विधि को **निर्जलन** कहते हैं। निर्जलन से फलों व सब्जियों में नमी की मात्रा बहुत कम हो जाती है, जिसके कारण उनमें सूक्ष्मजीवों की वृद्धि नहीं हो पाती। निर्जलन के लिए फलों तथा सब्जियों को धूप में सुखा लिया जाता है। ताप तथा आर्द्रता को नियंत्रित करके उनमें से जल को हटाकर भी फलों व सब्जियों का निर्जलन किया जाता है।

फल तथा सब्जियों के परिरक्षण में नमक, चीनी की चाशनी, सिरका तथा वनस्पति तेलों का उपयोग व्यापक रूप से किया जाता है। यह सभी पदार्थ इनमें परिरक्षित किए गए फलों व सब्जियों में बैक्टीरिया तथा फंगस की वृद्धि नहीं होने देते। आपने इन पदार्थों का उपयोग चटनी, आचार, केचप (सॉस), जैम, जेली तथा शर्बत आदि को बनाने में करते देखा होगा।

अतिहिमीयकारी अथवा डीप फ्रीजर को अत्यधिक कम ताप पर बनाए रखा जाता है, जिससे उनमें रखे खाद्य में बैक्टीरिया की वृद्धि नहीं हो पाती। इतने कम ताप पर विकारीय खाद्य पदार्थों को नष्ट करने वाले अन्य कारक भी निष्क्रिय हो जाते हैं। डीप फ्रीज़रों का उपयोग फल, सब्जियाँ, मांस तथा मछली आदि को भंडारित करने के लिए किया जाता है।

आजकल, खाद्य पदार्थों के परिरक्षण तथा उनके संकुलन (पैकेजिंग) के लिए अनेक नई प्रौद्योगिकियों का उपयोग किया जाने लगा है। इनका उपयोग

मक्खन, मटर तथा अन्य सब्जियों, आलू के चिप्स, पहले से पके हुए तथा भुने हुए भोज्य पदार्थों के परिरक्षण के लिए किया जा रहा है।

**इन्हें उत्तर दीजिए**

1. सब्जियों के परिरक्षण के लिए उपयोग की जाने वाली किन्हीं दो विधियों के नाम लिखिए।
2. हमें खाद्यान्न के भंडारण की आवश्यकता क्यों होती है?
3. आप दालों का भंडारण किस प्रकार करेंगे?
4. खाना पकाने की ऐसी कुछ प्रथाओं का नाम बताइए जिनके कारण पौष्टिक तत्वों की हानि होती है।

**प्रमुख शब्द**

संतुलित आहार, कार्बोहाइड्रेट, वसा, खाद्य पदार्थों के अवयव, खाद्य-ऊर्जा, खाद्य-स्वास्थ्य, खाद्य विषाक्तता, खाद्य परिरक्षण, खाद्य गुणवत्ता, खाद्य प्रतिस्थापन, खाद्य की बर्बादी, अविकारीय खाद्य पदार्थ, पोषण तत्व, विकारीय खाद्य पदार्थ, प्रोटीन, विटामिन, खनिज, अतिहिमीयकरण, निर्जलन, स्वांगीकरण, ऐमीनो अम्ल, एंजाइम, रुक्षांश।

## सारांश

- हमारे शरीर को वृद्धि करने तथा उसके रखरखाव के लिए पर्याप्त मात्रा में भोजन की आवश्यकता होती है।
- हमारे आहार में अनेक प्रमुख अवयव होते हैं।
- हमारे आहार में ऊर्जा के प्रमुख स्रोत कार्बोहाइड्रेट हैं।
- प्रोटीन हमें भोजन के पाचन में सहायता करते हैं, शरीर के अंगों का निर्माण करते हैं तथा शरीर के अन्य कई प्रकार्यों में सहायता करते हैं।
- वसा मुख्यतया ऊर्जा के स्रोत हैं।
- विटामिन तथा खनिज हमारे अंगों को स्वस्थ बनाए रखने का कार्य करते हैं।
- जैव प्रक्रमों के लिए जल आवश्यक है।
- हमें ऐसा संतुलित आहार लेना चाहिए जिसमें सभी पोषक तत्व वांछित अनुपात में उपस्थित हों।

महंगे खाद्य पदार्थ सदैव श्रेष्ठ भोज्य पदार्थ नहीं होते। खाद्य छंद दोषपूर्ण जानकारी तथा विश्वास पर आधारित होते हैं।

भंडारण की उचित विधियों को अपनाकर हम खाद्य पदार्थों की बर्बादी को कम कर सकते हैं।

हममें से प्रत्येक को यह प्रयास करना चाहिए कि हम आवश्यकता से अधिक भोज्य पदार्थों को ग्रहण न करें तथा उन्हें बर्बाद न करें।

भोज्य पदार्थों को पकाने से उनमें उपस्थित बैक्टीरिया मर जाते हैं तथा वह स्वादिष्ट, पाचक एवम् स्वास्थ्य के लिए सुरक्षित हो जाते हैं।

छिलका उतारने, काटने, धोने तथा पकाने जैसे प्रक्रमों के दौरान उचित विधि न अपनाई जाए तो फलों, सब्जियों तथा खाद्यान्नों में उपस्थित कुछ विटामिन तथा खनिज प्रायः नष्ट हो जाते हैं।

सब्जियों, फलों तथा पके हुए भोज्य पदार्थों को कम ताप पर भंडारित करने से उन्हें नष्ट होने से बचाया जा सकता है।

आवश्यकता से अधिक परोसने तथा उसे नष्ट होने देने से खाद्य पदार्थों की बर्बादी होती है।

विशिष्ट ताप, आर्द्रता तथा पोषक तत्वों की उपस्थिति सूक्ष्मजीवों को वृद्धि करने के लिए अनुकूल परिस्थितियाँ प्रदान करते हैं। कुछ सूक्ष्मजीवी भोज्य पदार्थों को नष्ट कर देते हैं।

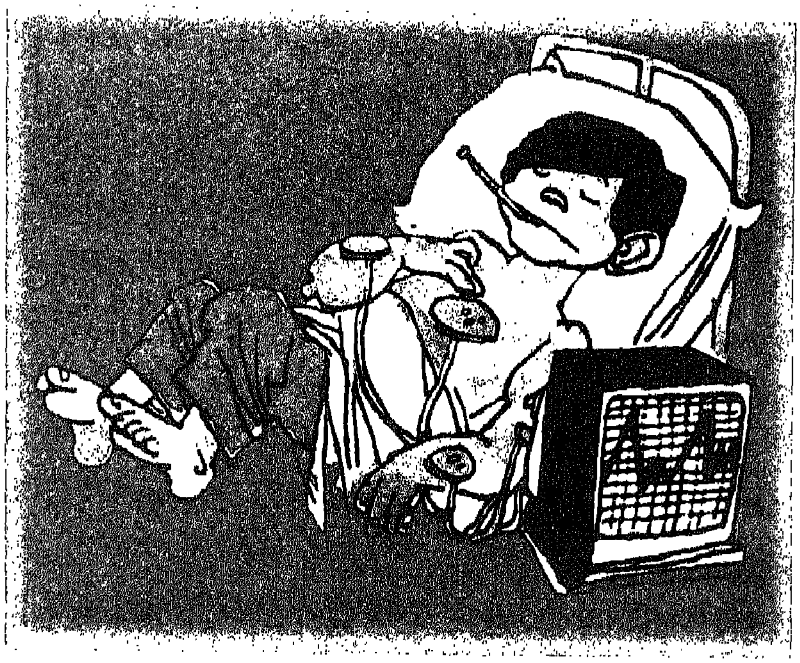
पके हुए भोज्य पदार्थों को हानिकारक बैक्टीरिया तथा फंगस से सुरक्षित रखना आवश्यक है।

विकारीय खाद्य पदार्थों के परिरक्षण के लिए अनेक विधियाँ उपयोग की जाती हैं।

## अभ्यास

1. तीन ऐसे खाद्य पदार्थों के नाम बताइए, जिनमें से प्रत्येक में निम्नलिखित अवयव प्रचुर मात्रा में पाए जाते हैं:
   (i) रुक्षांश
   (ii) शर्करा (चीनी)
   (iii) प्रोटीन
   (iv) स्टार्च
   (v) वसा

2. निम्नलिखित प्रकार्यों के लिए आवश्यक खाद्य पदार्थों के नाम बताइए:
   (i) हडिड्यों तथा दाँतों को शक्तिशाली करने वाले
   (ii) स्कर्वी से बचाव प्रदान करने वाले
   (iii) कब्ज से बचाव प्रदान करने वाले
   (iv) ऊष्णता प्रदान करने वाले
   (v) वृद्धि करने के लिए
3. संतुलित आहार प्रदान करने वाले विभिन्न प्रकार के खाद्य पदार्थों के नाम बताइए।
4. शिशुओं की तुलना में किशोरों को अधिक मात्रा में भोजन की आवश्यकता क्यों होती है?
5. रक्षक खाद्य पदार्थ किन्हें कहते हैं? दो उदाहरण दीजिए।
6. हमारे शरीर के लिए पोषक आहार क्यों आवश्यक है?
7. यह समझाइए कि आपको –
   (i) केक तथा आइसक्रीम कम क्यों खानी चाहिए?
   (ii) मांस में से अधिकांश वसा को क्यों हटा देना चाहिए?
   (iii) संसाधित खाद्य पदार्थों के बदले ताजे भोज्य पदार्थ क्यों खाने चाहिए?
   (iv) फल व सब्जियाँ अधिक मात्रा में क्यों खानी चाहिए?
8. हमारे शरीर में कार्बोहाइड्रेट तथा वसा क्या भूमिका निभाते हैं?
9. खाद्य पदार्थों की बर्बादी की रोकथाम करने के कुछ उपाय बताइए।
10. खाद्यान्नों की तुलना में फल व सब्जियाँ जल्दी नष्ट क्यों हो जाते हैं?
11. फलों व सब्जियों को सुरक्षित रूप से भंडारित करने के लिए उन्हें कम ताप में रखना क्यों आवश्यक होता है?
12. खाद्य परिरक्षण किस प्रकार खाद्य पदार्थों की निरंतर उपलब्धता सुनिश्चित करते हैं?
13. दो ऐसे फलों के नाम बताइए जिन्हें चीनी की चाशनी में परिरक्षित किया जाता है।
14. किन्हीं तीन फलों तथा सब्जियों के नाम बताइए जिन्हें धूप में सुखाकर परिरक्षित किया जाता है।
15. फलों व सब्जियों के परिरक्षण में नमक तथा चीनी किस प्रकार सहायक होते हैं?
16. ऐसे पाँच फलों व सब्जियों के नाम बताइए, जिन्हें आचार के रूप में परिरक्षित किया जाता है।
17. तीन ऐसे फलों के नाम बताइए, जिन्हें सामान्यतया जेली तथा स्क्वेश के रूप में परिरक्षित किया जाता है।



# अध्याय 15

# स्वास्थ्य एवम् रोग

उचित स्वास्थ्य निर्वाह के लिए संतुलित आहार के महत्व के विषय में आप पहले ही पढ़ चुके हैं। भोजन हमारे लिए आवश्यक है। परंतु, केवल भोजन ही आपको स्वस्थ नहीं रख सकता। इसके अतिरिक्त अन्य कारक भी आवश्यक हैं। आपके घर तथा परिक्षेत्र की सफाई तथा स्वच्छता, भोजन की गुणवत्ता, पेय जल तथा शुद्ध वायु जैसे कारक स्वास्थ्य के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण हैं। अत:, आप समझ सकते हैं कि स्वास्थ्य तथा पर्यावरण का एक दूसरे से सीधा संबंध है। स्वास्थ्य संबंधी सामान्य समस्याओं का ज्ञान होना बहुत आवश्यक है। आप जानते हैं कि अस्वच्छ तथा दूषित परिस्थितियों, जैसे कि गंदी तथा सघन बस्तियों में रहना, हमारे स्वास्थ्य के लिए हानिकारक है। बड़े परिवार, सघन आवास एवम् गरीबी तथा अज्ञानता भी अस्वस्थता के कारक हैं। सड़कों एवम् विद्यालयों के मुख्य द्वार के आस-पास खोंमचे वालों को देखा जा सकता है। इन खोंमचों के कटे फल एवम् अन्य खाद्य पदार्थ बिना ढके यूँ ही रखे होते हैं जिससे उनके संदूषण का खतरा बना रहता है। इनमें हानिकारक पदार्थों की मिलावट (अथवा अपमिश्रण) भी हो सकती है। यदि भोज्य पदार्थों को धूल तथा मक्खियों के

बैठने के लिए खुला छोड़ दिया जाए तो उनको खाने से अतिसार, आंत्रशोथ तथा पेचिश जैसे रोग हो सकते हैं। वर्षा ऋतु में विशेषकर इस प्रकार के रोग अधिक तेजी से फैल सकते हैं। इस अध्याय में आप अच्छे स्वास्थ्य एवम् इसे प्रभावित करने वाले कारकों के विषय में अध्ययन करेंगे।

आपका स्वास्थ्य न केवल असंतुलित आहार से प्रभावित होता है, वरन् अनेक रोगों से भी प्रभावित होता है। यह रोग जलवाहित, खाद्यवाहित अथवा वायुवाहित हो सकते हैं। कुछ रोग सूक्ष्मजीवों, कीटों एवम् परजीवों के संक्रमण से होते हैं। आपके शरीर में जब रोगाणु प्रवेश कर जाते हैं तो उस अवस्था को संक्रमण कहते हैं। रोग कारक सूक्ष्मजीव (रोगाणु) हमारे चारों ओर के अस्वच्छ वातावरण (पर्यावरण) में पाए जाते हैं। अतः, रोगों से बचाव के लिए आपको अपने परिक्षेत्र (वातावरण) को साफ एवम् स्वच्छ रखना चाहिए। आप व्यक्तिगत एवम् सामुदायिक स्वच्छता के विषय में पहले ही पढ़ चुके हैं। यह रोग के कारणों से बचाव में सहायक हैं। यह उपाय बीमारी को फैलने से भी रोकते हैं। आप रोगाणुओं के शरीर में प्रवेश करने के कारण हुए संक्रमण अथवा भोजन संबंधी गलत आदतों के कारण अस्वस्थ अथवा बीमार हो सकते हैं। अल्प पोषण तथा अतिशय पोषण दोनों से ही रोग जनित अभिलक्षण उत्पन्न होते हैं। कुछ रोग हमारे आहार में आवश्यक पोषकों की कमी अथवा अभाव के कारण होते हैं। आप यह अवश्य जानना चाहेंगे कि स्वास्थ्य-शिक्षा रोगों की रोकथाम तथा नागरिकों के स्वास्थ्य के लिए किस प्रकार सहायक हो सकती है।

## 15.1 अच्छा स्वास्थ्य

अच्छे स्वास्थ्य का अर्थ है मानव शरीर की वह अवस्था जिसमें उसके सभी अंग समुचित रूप से कार्य करते हों। व्यक्तिगत स्वास्थ्य का स्तर किसी एक व्यक्ति से दूसरे में किसी सीमा तक भिन्न हो सकता है। किसी मुक्केबाज अथवा पहलवान के लिए मजबूत कंधे तथा जांघों की हृष्ट-पुष्ट मांस-पेशियाँ अच्छे स्वास्थ्य की निशानी हैं, जबकि किसी नृत्यांगना के लिए छरहरा शरीर तथा किसी धावक के लिए आवश्यक शक्ति उनकी स्वस्थता के परिचायक हैं। हम में से कुछ के लिए इसका अर्थ मानसिक स्वास्थ्य तथा संवेगात्मक स्थायित्व है तथा कुछ अन्य के लिए यह निरोग होने की अवस्था है। अतः, स्वास्थ्य किसी व्यक्ति की शारीरिक, मानसिक एवम् सामाजिक क्षमता का द्योतक है। शारीरिक एवम् मानसिक स्वास्थ्य परस्पर संबंधित हैं। शारीरिक स्वास्थ्य के लिए पौष्टिक संतुलित आहार के अतिरिक्त व्यक्तिगत स्वच्छता एवम् अपने पर्यावरण की समुचित देखभाल एवम् सुरक्षा बहुत महत्वपूर्ण हैं। आइए, सर्वप्रथम हम अच्छे स्वास्थ्य के लिए समुचित आहार के महत्व का अध्ययन करें।

अच्छे स्वास्थ्य की प्राप्ति में सबसे बड़ी समस्या स्वास्थ्य-शिक्षा का अभाव अथवा अनभिज्ञता है। हमारे देश में 5 वर्ष की आयु से छोटे बच्चों में कुपोषण (अपर्याप्त पोषण) की दर बहुत अधिक है। गर्भवती महिलाएँ प्रायः अरक्तता (खून की कमी) से पीड़ित होती हैं। देश के अनेक भागों में कुपोषण के कारण होने वाली शिशु-मृत्यु दर भी बहुत अधिक है। हमारे देश में पौष्टिक आहार के सस्ते स्थानीय स्रोत उपलब्ध होते हुए भी अज्ञानता अथवा अनभिज्ञता के कारण लोग उनका समुचित उपयोग नहीं कर पाते। आहार संबंधी गलत आदतें, दोषपूर्ण रीति-रिवाज तथा आहार की पोषकता के प्रति त्रुटिपूर्ण धारणाएँ अस्वस्थता के प्रमुख कारण हैं। वयस्कों की अपेक्षा किशोरों को अधिक ऊर्जा प्रदान करने वाले तथा शरीर-निर्माण करने वाले आहार की अधिक मात्रा में आवश्यकता होती है।

## शारीरिक सफाई

मनुष्य का शरीर भी एक मशीन की तरह है जिसे ईंधन के साथ-साथ उचित रख-रखाव के लिए सभी भागों की साफ-सफाई तथा आस-पास की सफाई की आवश्यकता होती है। हमारी ज्ञानेंद्रियों, जैसे कि आँख, कान, नाक, जिह्वा या जीभ तथा त्वचा, को सुरक्षा की विशेष आवश्यकता होती है। इन अंगों की नियमित सफाई उन्हें संक्रामक रोगों से सुरक्षा प्रदान करती है। आपको अपनी आँखों को साफ रखने के लिए प्रतिदिन प्रातः तथा सायंकाल स्वच्छ जल से धोना चाहिए। प्रतिदिन स्नान करते समय आपको नियमित रूप से अपनी नाक की भी सफाई करनी चाहिए क्योंकि श्वास के साथ धूल के कण भी नाक में प्रवेश करते हैं। नाक के अंदर उपस्थित रोम (बाल) इन धूल कणों को वहीं रोक देते हैं। जब कभी भी आप छींकते हैं अथवा आपको जुकाम हो जाता है तब आपको साफ रूमाल अथवा मुलायम कपड़े का उपयोग करना चाहिए। प्रतिदिन दाँतों के साथ-साथ जिह्वा को भी दो बार साफ करना चाहिए। आपके शरीर से निकलने वाला पसीना तथा बाहर की धूल-मिट्टी आपके शरीर को गंदा तथा दूषित कर देते हैं। अतः, आपको नियमित रूप से अपने शरीर की सफाई करनी चाहिए।

### *क्रियाकलाप 1*

स्वास्थ्य को प्रभावित करने वाली अच्छी तथा अनुचित आदतों की एक सूची बनाइए। इससे आप अच्छे स्वास्थ्य के रख-रखाव में स्वच्छ वातावरण एवम् शारीरिक सफाई के महत्व को समझ सकेंगे। यह जानकारी आपकी दिनचर्या में बहुत उपयोगी सिद्ध होगी।

## आवास की सफाई

स्वच्छ पर्यावरण (वातावरण) स्वास्थ्यवर्धक है जब कि गंदे तथा अस्वच्छ वातावरण से बीमारियाँ फैलती हैं। सामान्य तौर पर हर मनुष्य साफ-सुथरे घर में रहना पसंद करता है। आप स्वयं भी अपने घर तथा आवासी क्षेत्र को स्वच्छ एवम् सुंदर रखना चाहते हैं। हमारे घरों में प्रतिदिन सब्जियों एवम् फलों का कचरा, रद्दी कागज तथा खाद्य पदार्थों का कूड़ा-कचरा निकलता है। यदि आप अपने घर की नियमित सफाई न करें तो कचरे में कीड़े-मकोड़े, कॉकरोच (तिलचट्टे) तथा मक्खी-मच्छर पनपने लगते हैं। यदि घर के कमरे सीलन-युक्त एवम् अंधेरे हों तो उनमें मकड़ी के जाल लग जाते हैं।

हमारे घरों में उपस्थित धूल-मिट्टी, कूड़ा-कर्कट तथा कीट अनेक रोगों के स्रोत बन सकते हैं। घर में मात्र झाड़ू लगाना ही पर्याप्त नहीं है। जालों तथा कीड़े-मकोड़ों, जैसे कि कॉकरोच, मक्खी-मच्छर तथा मकड़ी को भी नियमित रूप से सफाई करके हटाना आवश्यक है। घरों को स्वच्छ एवम् सुंदर रखने के लिए उनकी सफेदी तथा पॉलिश-पेंटिंग भी आवश्यक हैं। घर के आस-पास का परिक्षेत्र भी साफ एवम् स्वच्छ होना चाहिए। प्रत्येक घर में वायु तथा प्रकाश के आने के लिए पर्याप्त खिड़कियाँ एवम् रोशनदान भी अवश्य होने चाहिए।

## खाद्य (भोज्य) पदार्थों की स्वच्छता

हम जो आहार खाते हैं उसका स्वच्छ होना आवश्यक है। आस-पास की सफाई भोजन की स्वच्छता के लिए आवश्यक है। अनेक घरों में जिन बर्तनों में भोजन रखा हो उन्हें प्रायः ढक कर नहीं रखा जाता। पकाई हुई शाक-सब्जियों को खुला रखा जाने पर उनके ऊपर मक्खियाँ तथा अन्य कीट मंडराते रहते हैं। कुछ व्यक्ति भोजन करने से पूर्व हाथ नहीं धोते।

कुछ व्यक्ति गाजर, मूली, टमाटर तथा फलों को बिना धोए ही खाते हैं। कुछ दुकानदार तथा खोंमचे वाले कटे हुए फल, फलों तथा गन्ने का रस तथा कई अन्य खाद्य पदार्थों को अस्वच्छ वातावरण में

### कुछ दोषपूर्ण खाद्य आदतें

1. *कुछ व्यक्ति बहुत अधिक मात्रा में नमक (सोडियम क्लोराइड) का उपयोग करते हैं। ऐसे व्यक्ति प्रतिदिन 10–12g नमक खाते हैं जबकि उनकी दैनिक आवश्यकता इसकी लगभग आधी है। अधिक मात्रा में नमक के उपयोग से उच्च रक्तचाप की शिकायत हो सकती है।*
2. *वसा में विलेय विटामिनों (विटामिन A,D,E तथा K) का गोलियों अथवा कैप्सूल के रूप में अधिक मात्रा में सेवन करने से शरीर में अतिविटामिनता हो सकती है। विटामिन A यकृत में एकत्र हो जाता है जबकि विटामिन D से कैल्सियम आयन के अवशोषण की दर बढ़ जाती है, जिसके कारण वृक्क क्षतिग्रस्त हो सकते हैं अर्थात् गुर्दे खराब हो सकते हैं। बच्चों के लिए विटामिन की अधिक मात्रा हानिकारक सिद्ध हो सकती है।*
3. *अधिक समय तक फ्लुओराइड युक्त दंतमंजन (टूथपेस्ट) का उपयोग करने से अस्थियों का अप्राकृतिक कैल्सिकरण (फ्लुओरोसिस) हो सकता है क्योंकि इसमें कैल्सियम धारण करने की क्षमता अधिक होती है। कुछ क्षेत्रों में भूमिगत जल में फ्लुओराइडों की अधिक मात्रा पाई जाती है। ऐसे जल का उपयोग भी स्वास्थ्य के लिए हानिकारक होता है।*
4. *चीनी, गुड़ अथवा शर्करायुक्त मिठाइयाँ, पकवान तथा वसा (विशेषतः जंतु वसा) के अत्यधिक सेवन से उदर तथा शरीर के अन्य भागों में वसा एकत्रित हो जाती है। इसके कारण हृदय संबंधी अनेक विकार हो सकते हैं।*

रखते हैं, जहाँ गंदगी का साम्राज्य रहता है। इसके कारण ऐसे भोज्य पदार्थों में रोगाणुओं द्वारा संदूषण का खतरा बना रहता है। मक्खियाँ तथा अन्य कीट जब मिट्टी, कूड़े-कर्कट एवम् विष्ठा पर बैठते हैं तब वे रोगाणुओं के संपर्क में आते हैं। जब यह मक्खियाँ भोज्य पदार्थों पर बैठती हैं तो रोगाणु इनमें प्रवेश कर जाते हैं। जो व्यक्ति इन संदूषित भोज्य पदार्थों को खाते-पीते हैं वे संक्रमण के कारण बीमार हो सकते हैं। इसलिए, आपको खुले में रखे हुए कटे फल, गन्ने एवम् फलों के रस तथा सब्जियों के उपयोग से बचना चाहिए।

### भोज्य पदार्थों का चयन

बहुत से लोगों में यह भ्रांति है कि महंगे भोज्य पदार्थों की पोषकता अधिक होती है। परंतु, यह सत्य नहीं है। सस्ते भोज्य पदार्थों में भी पोषक तत्व प्रचुर मात्रा में उपस्थित हो सकते हैं। मूँगफली भी उतनी ही पोषक है जितने कि बादाम। अंकुरित मूँग तथा काले चने, किण्वित भोज्य पदार्थ (दक्षिण भारतीय आहार, जैसे कि इडली, डोसा) तथा विभिन्न अन्य भोज्य पदार्थों के समायोजित आहार (खाद्यान्न, जैसे कि गेहूँ, जौ तथा दलहन जैसे चना, सोयाबीन के आटे की मिस्सी रोटी) से हमें अपेक्षाकृत पर्याप्त पोषक तत्व प्राप्त होते हैं। अतः, आप सस्ते परंतु सुपोषक आहार जैसे कि केला, पालक, सत्तू, गुड़, सोयाबीन, दलहन, मूँगफली इत्यादि खा सकते हैं।

चावल एक मूल भोज्य पदार्थ है। छिलका उतारने अथवा पालिश करने के प्रक्रम में चावल के अनेक पौष्टिक तत्व (लोह तथा विटामिन $B_2$ के हट जाने से) नष्ट हो जाते हैं। परंतु, **सेला** या **परमल** चावल स्वास्थ्य की दृष्टि से पौष्टिक माने जाते हैं। इसका मुख्य कारण यह है कि छिलका हटाने के पहले इन्हें आंशिक रूप से उबाला जाता है जिससे इसके

बीजावरण पर उपस्थित पोषक विटामिन चावल के दाने के अंदर प्रवेश कर जाते हैं। इस कारण पेषण करने में (छिलका उतारने से) इनके पौष्टिक तत्वों पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता। दालों तथा सब्जियों को यदि अधिक समय तक जल में रखा जाए अथवा उन्हें कई बार जल से धोया जाए तो उनमें उपस्थित विटामिन C, जो जल में विलेय है, प्राय: जल के साथ बह जाता है। अत:, कई बार अनभिज्ञता तथा दोषपूर्ण खाद्य आदतों के कारण ही हम असंतुलित अथवा अपर्याप्त आहार ग्रहण करते हैं।

## संतुलित आहार

आप जानते हैं कि ऐसा आहार जिसमें भोजन के सभी पोषक तत्व समुचित मात्रा में उपलब्ध हों संतुलित आहार कहलाता है। बच्चों के लिए दूध सर्वोत्तम आहार है। उनकी वृद्धि के समय उन्हें पर्याप्त मात्रा में पोषक आहार की आवश्यकता होती है। आप पढ़ चुके हैं कि बढ़ते बच्चों, गर्भवती महिलाओं तथा स्तनपान कराने वाली माताओं को आहार में अधिक मात्रा में प्रोटीन की आवश्यकता होती है।

रोधी क्षमता प्रदान करने वाले खाद्य (विटामिन तथा खनिज) की कमी अथवा अभाव से भी अभाव (हीनता) जन्य रोग (विकार) उत्पन्न होते हैं। आँखों, त्वचा, अस्थियों तथा बालों के कुछ रोग शरीर में विटामिनों के अभाव से होते हैं। आहार में खनिजों, जैसे कि कैल्सियम, फॉस्फोरस, लोह, आयोडीन, सोडियम, पोटैशियम तथा मैंगनीज की कमी अथवा अभाव से भी अभाव जन्य रोग हो जाते हैं।

## टीकाकरण

यह एक आम कहावत है कि 'रोगों के उपचार की अपेक्षा उनकी रोकथाम अधिक प्रभावी है।' कुछ रोगों की रोकथाम के लिए आप टीकाकरण द्वारा

### मुख द्वारा पोलियो टीका (OPV)

*पल्स पोलियो टीकाकरण के विषय में तो आपने अवश्य सुना होगा। यह एक दिन में किया जाने वाला सबसे बड़ा सामुदायिक स्वास्थ्य कार्यक्रम है। हमारे देश के बच्चों को पोलियो से मुक्त रखने के उद्देश्य से इस कार्यक्रम को दिसंबर, 1995, में प्रारंभ किया गया। आइए, इस टीके (OPV) के विषय में कुछ जानकारी प्राप्त करें। राष्ट्रीय प्रतिरक्षण कार्यक्रम (NIS) द्वारा निर्धारित कार्यक्रम के अनुसार प्रत्येक नवजात शिशु को पोलियो टीके की 3 बूँदों की खुराक मुख द्वारा दी जाती है। प्रत्येक खुराक 1.5, 2.5 तथा 3.5 महीने की आयु होने पर दी जाती है तथा 1.5 वर्ष की आयु होने पर इस टीके की एक बूस्टर खुराक दी जाती है। इस टीके में पोलियो विषाणु के अल्प सक्रिय कण होते हैं। मुख द्वारा टीके की खुराक पिलाने पर टीके के यह अल्प सक्रिय विषाणु छोटी आंत्र में पहुँच कर गुणित होते हैं तथा आंत्र एवम् रक्त में प्रतिरक्षी अणुओं के उत्पादन को प्रोत्साहित करते हैं जिससे शरीर में रोग-प्रतिरोधी शक्ति का विकास होता है। आपने संभवत: अत्यंत दुर्बल पैरों वाले कुछ ऐसे बच्चों को देखा होगा जो ठीक से चल नहीं पाते तथा कुछ पैरों में कैलिपर्स लगाकर चलते हैं। यह बच्चे पोलियो के शिकार हैं। यदि समय रहते OPV से उनका टीकाकरण हो गया होता तो ये भी अन्य बच्चों की तरह चल-फिर सकते थे तथा खेल सकते थे। इसलिए, यह आपका कर्तव्य है कि आप अपने अड़ोस-पड़ोस में रहने वाले 5 वर्ष तक के सभी बच्चों के अभिभावकों को उनके बच्चों का OPV 'पोलियो ड्राप्स' द्वारा टीकाकरण कराने का परामर्श अवश्य दें और यदि संभव हो तो उन्हें टीकाकरण केंद्रों तक ले जाएँ। यह भी आवश्यक है कि आप पोलियो प्रभावित बच्चों को स्वाभाविक एवम् सामान्य जीवन व्यतीत करने के लिए यथासंभव प्रोत्साहित करें।*

अपने शरीर में उन रोगों के संक्रमण से बचाव करने की क्षमता विकसित कर सकते हैं। टीकाकरण द्वारा हमारे शरीर में किसी विशिष्ट रोग को उत्पन्न करने वाले जीवों को नष्ट करने वाले रक्षी अणु उत्पन्न कराए जाते हैं। इस प्रकार, हमारे शरीर में उपस्थित यह रक्षी अणु विभिन्न स्रोतों से शरीर में प्रवेश करने वाले विषाणुओं (रोगाणुओं) को नष्ट कर देते हैं। जैसाकि आप जानते हैं, हमारे शरीर में प्रतिरक्षण की क्षमता के विकास को **प्रतिरक्षीकरण** कहते हैं। किसी नवजात शिशु का टीकाकरण 'ट्रिपल वैक्सीन, DPT' नामक टीके से किया जाता है। इस टीके द्वारा डिप्थीरिया, टिटेनस तथा कुकुरखाँसी का प्रतिरक्षीकरण किया जाता है। पोलियो वैक्सीन की बूँदों की खुराक मुख द्वारा दी जाती है। हैजा तथा टाइफ़ॉइड जैसे रोगों को महामारी के रूप में फैलने से रोकने तथा उसको जड़-मूल से उखाड़ फेंकने के लिए व्यापक स्तर पर टीकाकरण कार्यक्रम चलाया जाता है। राष्ट्रीय स्वास्थ्य कार्यक्रम के अंतर्गत हमारे देश में सभी जगह सरकारी स्वास्थ्य केंद्रों पर यह टीके मुफ्त में लगाए जाते हैं।

### *क्रियाकलाप 2*

टीकाकरण, रोगों को फैलने से रोकने के लिए किया जाता है। आप अपने क्षेत्र के प्राथमिक स्वास्थ्य केंद्र में जाकर टीकाकरण अथवा प्रतिरक्षण कार्यक्रम के विषय में समझ सकते हैं तथा जानकारी प्राप्त कर सकते हैं। प्रतिरक्षण कार्यक्रम के चार्ट का अध्ययन करके विभिन्न टीकों के समयबद्ध कार्यक्रम के विषय में जानकारी प्राप्त कीजिए।

### मनोरंजन

अच्छे मानसिक स्वास्थ्य का अर्थ है किसी व्यक्ति के शारीरिक, मानसिक एवम् सामाजिक तीनों स्तरों में पूर्ण समन्वय है। भोजन से शरीर को पोषक तत्व प्राप्त होते हैं, परंतु मानसिक स्तर पर स्वस्थ रहने के लिए आहार के अतिरिक्त कुछ अन्य स्थितियाँ भी आवश्यक हैं। उनमें से एक आवश्यकता है मनोविनोद अथवा मनोरंजन, जिससे व्यक्ति प्रसन्नचित, प्रफुल्लित, मित्रवत्, स्नेहमय, अनुरागशील, तनावमुक्त एवम् कुंठामुक्त अनुभव करता है। रेडियो, दूरदर्शन, अच्छी पुस्तकों के पठन-पाठन, चिड़ियाघर, संग्रहालय, पार्क, सिनेमा तथा कला वीथियों की सैर अथवा खेल-कूद द्वारा आपका मनोरंजन होता है। हमारा पर्यावरण भी मनोरंजन का एक अच्छा साधन है। आप सामाजिक वनरोपण तथा वातावरण को साफ-सुथरा रखने जैसे पर्यावरण संबंधी कार्यक्रमों में सक्रिय रूप से भाग लेकर भी प्रसन्नता अनुभव कर सकते हैं। आप समाज सेवा के किसी कार्यक्रम, विभिन्न प्रकार के स्वास्थ्य संकटों तथा उनके नियंत्रण के उपायों के विषय में आम व्यक्तियों को जानकारी प्रदान करने जैसे कार्यक्रमों से संबद्ध हो सकते हैं। मनोरंजन किसी व्यक्ति को शारीरिक एवम् मानसिक रूप से स्वस्थ रखता है।

### व्यायाम

आपको प्रतिदिन कम से कम आधे घंटे के लिए नियमित रूप से व्यायाम करना चाहिए। दौड़ने, साइकिल चलाने, तैरने तथा टहलने से शरीर में आवश्यकता से अधिक उपस्थित वसा (चर्बी) के नियंत्रण में सहायता मिलती है। व्यायाम से हृदय तथा फेफड़ों की कार्यकुशलता तथा रुधिर परिसंचरण में सुधार होता है। इससे व्यक्ति की शारीरिक एवम् मानसिक क्षमता में भी वृद्धि होती है। शरीर एवम्

मन की शक्ति बढ़ाने एवम् विश्रांति के लिए **योग** को अच्छा माना जाता है।

1. संतुलित आहार के विभिन्न घटकों के नाम लिखिए।
2. समुचित आहार के चुनाव का क्या महत्व है?
3. कुछ दोषपूर्ण खाद्य आदतों की सूची बनाइए।
4. आपको अपना घर स्वच्छ रखने की आवश्यकता क्यों है?
5. अच्छे स्वास्थ्य निर्वाह के लिए टीकाकरण किस प्रकार सहायक है?

## 15.2 स्वास्थ्य को प्रभावित करने वाले कारक

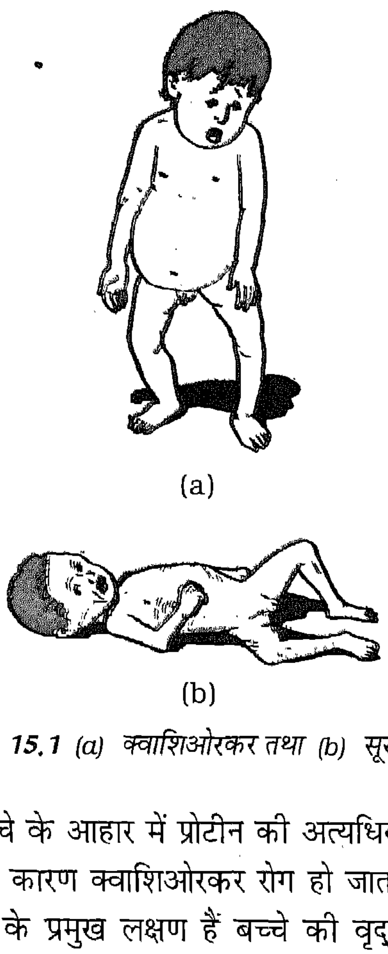
आप जानते हैं कि स्वास्थ्य अच्छा रखने के लिए अनेक कारक सहायक होते हैं। ऐसे कुछ सहायक कारक हैं; संतुलित आहार, शरीर एवम् पर्यावरण की स्वच्छता, व्यायाम द्वारा अर्जित शारीरिक क्षमता तथा सशक्त मानसिक स्वास्थ्य। इसके विपरीत अनेक ऐसे कारक भी हैं जो रोग अथवा व्याधि उत्पन्न करते हैं। तालिका 15.1 में कुछ अस्वास्थ्यकर कारक दर्शाए गए हैं।

**तालिका 15.1**
**कुछ सामान्य रोग तथा उनके कारक**

| *रोग कारक* | *रोग* |
|---|---|
| I. पोषण हीनता | 1. प्रोटीन ऊर्जा कुपोषण (PEM) |
| | 2. अरक्तता |
| | 3. मोटापा |
| | 4. गलगंड (घेंघा) |
| | 5. विटामिन तथा खनिज पोषक हीनता |
| II. जैविक कारक (विषाणु, कवक, जीवाणु परजीवी, प्रोटोजोआ तथा कीट) | 1. जल, आहार एवम् वायु-वाहित रोग |
| III. कार्बनिक (जैव) कारक | 1. यूरिक अम्ल (संधिवात अथवा गठिया; जोड़ों का रोग) |
| | 2. कैल्सियम कार्बोनेट, कैल्सियम ऑक्जेलेट, कैल्सियम फास्फेट का जमाव होना (पित्ताशय तथा वृक्क की पथरी) |
| | 3. यूरिया-यूरेमिया |
| IV. पर्यावरणीय कारक | 1. कीटनाशी, पीड़कनाशी (विषैले प्रभाव) |
| | 2. गैस, धूम्र, औद्योगिक प्रदूषण की धूल (ब्रोंकिएल दमा) |
| V. मनो-कायिक कारक | 1. मानसिक विकार, ग्रहणी अल्सर (आंत्र व्रण) |
| | 2. अधिक रक्तचाप, मानसिक तनाव |
| VI. सामाजिक कारक | 1. धूम्रपान, नशीली दवाओं का दुरुपयोग, शराब पीना, अस्वास्थ्यकर जीवन शैली तथा सामाजिक एकाकीपन |

## कुपोषण

कुछ ग्रामीण क्षेत्रों तथा अति निर्धन परिवारों में बच्चों का कुपोषण एक गंभीर समस्या है। आहार में प्रोटीन, कार्बोहाइड्रेट तथा वसा (ऊर्जा प्रदान करने वाले खाद्य) की कमी अथवा हीनता से प्रोटीन ऊर्जा–कुपोषण (PEM) हो जाता है। यह विकार दो रूपों में परिलक्षित होता है–**क्वाशिओरकर** तथा **सूखा रोग** (मरास्मस) (चित्र 15.1)। यदि दूध पिलाने वाली कोई माँ स्वयं प्रोटीन हीनता से ग्रस्त है तो शिशु प्रोटीन हीनता से पीड़ित होगा।



(a)

(b)

***चित्र 15.1** (a) क्वाशिओरकर तथा (b) सूखा रोग*

बच्चे के आहार में प्रोटीन की अत्यधिक हीनता होने के कारण क्वाशिओरकर रोग हो जाता है। इस विकार के प्रमुख लक्षण हैं बच्चे की वृद्धि एवम् विकास रुक जाना, चेहरे तथा हाथ पैरों में सूजन, बालों का विरंजन (रंग उड़ जाना), चेहरा आभाहीन हो जाना, त्वचीय विकार तथा डायरिया। इसके विपरीत, सूखा रोग, शरीर में प्रोटीन तथा कार्बोहाइड्रेट की हीनता के कारण होता है। सूखा रोग से पीड़ित शिशु अत्यधिक दुबला–पतला हो जाता है तथा उसकी वृद्धि एवम् विकास पूर्णत: अवरुद्ध हो जाते हैं। ऊर्जा की कमी के कारण यह शिशु चल–फिर भी नहीं पाता। यह रोग विशेषकर ग्रामीण क्षेत्रों में, जहाँ शिक्षा का अभाव है, अधिक दृष्टिगोचर होते हैं। इन क्षेत्रों में प्राय: बच्चों की संख्या अधिक होने से उनके जन्म के बीच बहुत कम अंतराल होता है। इसके फलस्वरूप नवजात शिशु को पर्याप्त मात्रा में माँ का दूध नहीं मिल पाता। अधिकतर व्यक्तियों को शिशु आहार में प्रोटीन के महत्त्व का ज्ञान नहीं होता। हमारी सरकार ने बच्चों एवम् गर्भवती महिलाओं तथा दूध पिलाने वाली माताओं को कुपोषण से बचाने के लिए खाद्य अनुपूरक कार्यक्रम चलाए हैं। इनमें समन्वित शिशु विकास कार्यक्रम (ICDS) तथा विद्यालयों में मध्यावकाश आहार कार्यक्रम प्रमुख हैं।

## हीनताजन्य अरक्तता

निम्न आर्थिक वर्ग की महिलाओं में आहार संबंधी हीनताजन्य अरक्तता एक सार्वत्रिक रोग है। यह आहार में लोह तत्व की कमी के कारण होता है। लोह संवर्धित आहार, जैसे कि गुड़, चोकर–युक्त गेहूँ का आटा तथा हरी पत्तेदार सब्जियाँ (पालक तथा चौलाई) के सेवन से इस खनिज की हीनता पर भी नियंत्रण पाया जा सकता है।

## मोटापा

अतिशय आहार से भी अनेक रोग होते हैं। आप जानते हैं कि आहार में लिए गए आवश्यकता से अधिक कार्बोहाइड्रेट तथा वसा के वह भाग जो शारीरिक क्रियाकलापों में ऑक्सीकृत नहीं हो पाते अर्थात् शरीर द्वारा उपयोग नहीं किए जाते, भावी

उपयोग हेतु शरीर में वसा (चर्बी) के रूप में संग्रहित हो जाते हैं। परंतु, अनुपयोगी वसा के त्वचा तथा उदर में लगातार एकत्र होते रहने से शरीर मोटा तथा बेडौल हो जाता है। खाद्य संबंधी अनुचित आदतें, जैसे कि अधिक ऊर्जायुक्त, वसा संवर्धित आहार (तला हुआ भोजन) का सेवन (शारीरिक परिश्रम कम होने की दशा में भी) मोटापे का कारण हो सकता है। ऐसे व्यक्तियों के रक्त में कोलेस्टेरॉल अधिक मात्रा में पाए जाते हैं जो रुधिर वाहिकाओं में जम जाते हैं तथा विभिन्न प्रकार के हृदय विकारों का कारण बन सकते हैं।

शरीर के विभिन्न भागों अथवा अंगों के भली-भाँति कार्य न करने से एक अथवा अनेक रोग हो सकते हैं। भौतिक, मनोवैज्ञानिक अथवा शरीर में किसी अन्य कार्यविधि में विकार अथवा बाधा उत्पन्न होना ही रोग अथवा व्याधि कहलाता है। रोग कुपोषण, रोगाणुओं से संक्रमण, पर्यावरणीय, सामाजिक तथा मनोवैज्ञानिक कारकों द्वारा हो सकते हैं (सारणी 15.1)। कुछ हीनताजन्य रोगों के विषय में आप पढ़ चुके हैं। आइए, अब हम कुछ संक्रामक रोगों तथा कुछ व्यसनी (लत डालने वाले) पदार्थों के कुप्रभावों का अध्ययन करें। यह तो आप जानते ही हैं कि संक्रामक रोग एक व्यक्ति से दूसरे व्यक्ति तक संपर्क, वायु, जल, वस्त्रों तथा आहार द्वारा होते हैं।

## वायुवाहित रोग

वायु प्रदूषण लकड़ी, कोयले तथा तेल जैसे ईंधनों के जलने से होता है। फैक्ट्रियों की चिमनियों तथा स्वचालित वाहनों से निकलने वाला धुआँ भी वायु को प्रदूषित करता है।

वायु में दो प्रकार के प्रदूषण होते हैं: (i) भौतिक अथवा अजैव पदार्थों के द्वारा, जैसे कि कार्बन मोनोक्साइड (CO), कार्बन डाइऑक्साइड ($CO_2$) तथा सल्फर डाइऑक्साइड; (ii) जैविक कारकों के द्वारा, जैसे कि जीवाणु (बैक्टीरिया) तथा विषाणु (वाइरस)। मनुष्य के लिए हानिकारक अनेक जीवाणुओं एवम् विषाणुओं के संवर्धन तथा वहन के लिए वायु एक बहुत अच्छी माध्यम है। कुछ वायुवाहित रोगों के नाम हैं: (i) कुक्कुर खाँसी (काली खाँसी): यह जीवाणु द्वारा होने वाला रोग है। यदि कोई व्यक्ति लंबी अवधि तक खाँसी से पीड़ित रहे तो उसे काली खाँसी हो सकती है; (ii) सामान्य सर्दी जुकाम: यह वायु में उपस्थित विषाणुओं द्वारा होने वाला रोग है। जब जुकाम से पीड़ित व्यक्ति खाँसता या छींकता है अथवा अपनी नाक साफ करता है तो उसकी नाक के स्राव में उपस्थित विषाणु वायु को संदूषित कर देते हैं। स्वस्थ व्यक्ति की श्वास के साथ यह विषाणु संक्रमण करते हैं। कुछ व्यक्तियों में वायु प्रदूषण से विशिष्ट एलर्जी अथवा प्रत्यूर्जता उत्पन्न हो सकती है।

## जलवाहित रोग

हमारे देश में उपलब्ध जल का एक बहुत बड़ा भाग मल निपटान (सीवेज) एवम् उद्योगों से निकलने वाले अपशिष्टों को जल में प्रवाहित कर दिए जाने से प्रदूषित हो गया है। हमारे देश में होने वाले अनेकों रोग जलवाहित हैं। टाइफ़ॉइड, पीलिया, हैजा, डायरिया तथा अतिसार संदूषित जल से होने वाले कुछ सामान्य रोग हैं। अनेक समुदायों तथा क्षेत्रों में डायरिया तथा अतिसार (उल्टी, दस्त तथा पेचिश) आम बात है। बच्चों के मल के साथ विसर्जित परजीवियों के अंडे तथा उनकी पुटी (सिस्ट), मिट्टी तथा जल स्रोतों में चले जाते हैं। बच्चे इन स्थानों पर खेलते भी हैं जहाँ से उनको रोग का संक्रमण भी हो सकता है। फलतः, संक्रमित बच्चों अथवा व्यक्ति के शरीर में पोषकों का अभाव हो जाता है। ऐसे रोगी बच्चों को मुख-

## प्राणरक्षक घोल (ORS)

*कभी-कभी बच्चों तथा वयस्कों में अतिसार, लू लगने, अत्यधिक स्वेदन (पसीना आने) अथवा संदूषित भोजन के कारण लगातार उल्टी (वमन) करने से निर्जलीकरण अथवा शरीर में जल की अत्यधिक कमी हो जाती है। ऐसी स्थिति में रोगी को अविलंब नमक तथा चीनी का घोल (विलयन) देना चाहिए। शरीर से अत्यधिक जल का ह्रास होने के कारण निर्जलीकरण अत्यंत घातक हो सकता है। इस अवस्था में शरीर से लवण तथा जल की हानि होती है। डॉक्टर प्राणरक्षक घोल (ORS) के उपयोग की सलाह देते हैं। प्राथमिक स्वास्थ्य केंद्रों (PHC) पर यह मुफ्त उपलब्ध है। इसे घर पर भी बनाया जा सकता है। इसे बनाने के लिए आठ चम्मच चीनी (40g) तथा एक चम्मच नमक (5g) को उबाल कर ठंडा किए हुए एक लीटर जल में मिलाकर किसी साफ चम्मच द्वारा हिलाकर घोल लें। प्राणरक्षक घोल (ORS) से शरीर में जल तथा लवण की पूर्ति हो जाती है। क्योंकि यह घोल मुख द्वारा दिया जाता है इसलिए इसे मुखी पुनर्जलीकरण घोल (ORS) अथवा प्राणरक्षक घोल कहा जाता है।*

द्वारा दिया गया पोलियो टीका (पोलियो ड्रॉप्स) भी अप्रभावी हो जाता है। पोलियो भी एक जलवाहित रोग है। अतः, दुर्बल बच्चों में पोलियो के संक्रमण की संभावना अधिक हो जाती है। मलेरिया, फाइलेरिया तथा एंकेफैलाइटिस (मस्तिष्क-ज्वर) जल द्वारा होने वाले कुछ ऐसे रोग हैं जो हमारे देश में महामारी का भयंकर रूप लेते रहे हैं। हैजा, टाइफ़ॉइड तथा अमीबी अतिसार संदूषित जल द्वारा होने वाले कुछ अन्य रोग हैं। उद्योगों से निष्कासित कुछ विषैले पदार्थ जो जल में प्रवाहित कर दिए जाते हैं, अत्यंत घातक सिद्ध होते हैं। मवेशियों पर इनका घातक प्रभाव प्रायः देखने में आता है।

## खाद्य पदार्थों के संदूषण से वाहित रोग

हमारे देश में विद्यालयों के प्रमुख द्वार के आस-पास खोंमचे वालों की उपस्थिति एक सामान्य बात है। उनके द्वारा बेचे जाने वाले कुछ खाद्य (भोज्य) पदार्थ हैं (i) मूँगफली; (ii) चटकीले रंग वाली आइसक्रीम तथा बर्फ के गोले; (iii) रस के नाम पर बेचे जाने वाले रंगीन शर्बत; (iv) गन्ने तथा फलों एवम् शाक-सब्जियों का रस जो प्रायः मक्खियों द्वारा संदूषित होता रहता है; (v) आम, तरबूज तथा अन्य कटे फल; (vi) चाट तथा मसालेदार भोज्य पदार्थ जिनमें रंगों एवम् स्वाद-गंध हेतु अनेकों पदार्थों का उपयोग किया जाता है जिनमें से अधिकतर मिलावटी (हानिकारक अपमिश्रक) पदार्थ हो सकते हैं। ऐसे खाद्य पदार्थों का सेवन स्वास्थ्य संबंधी अनेकों समस्याओं को आमंत्रित करना है। ऐसे कटे हुए फल तथा चाट खाने से, जिनमें मक्खी तथा धूल हो, डायरिया, अतिसार तथा हैजा हो सकता है। वर्षाकाल में विशेष रूप से इन रोगों के फैलने की आशंका अधिक होती है। फलों को सड़ने से बचाने एवम् उनके संरक्षण हेतु प्रायः उन पर अनेक प्रकार के कीटनाशी रसायनों का छिड़काव किया जाता है। इसलिए, खाने से पहले सभी फलों व स़ब्जियों को भली-भाँति धोना आवश्यक है। आपको ऐसे दुकानदारों से कोई भी भोज्य पदार्थ, विशेषकर कटे हुए फल, बिना ढका हुआ गन्ने का रस तथा अन्य खाद्य पदार्थ नहीं लेने चाहिए जो बाजार अथवा सड़कों पर इन्हें खुले एवम् अस्वास्थ्यकर स्थानों पर रखकर बेचते हैं। आपको बिना ढके हुए ऐसे भोज्य पदार्थों के सेवन से बचना चाहिए जिन पर मक्खियाँ भिनभिना रही हों अथवा धूल-मिट्टी पड़ रही हो। अन्यथा, इन संदूषित खाद्य पदार्थों को खाने से आप अनेक खाद्य पदार्थ वाहित रोगों से ग्रस्त हो सकते हैं।

## स्वास्थ्य रक्षण सुविधा

हमारे देश के शहरी क्षेत्रों में स्वास्थ्य रक्षण सुविधाएँ सीमित हैं तथा ग्रामीण क्षेत्रों में यह अपर्याप्त हैं।

तथापि, अनेक राष्ट्रीय तथा अंतर्राष्ट्रीय संगठन इन क्षेत्रों में विभिन्न रोगों के नियंत्रण कार्यक्रम के संचालन, पर्यवेक्षण एवम् सहायता के लिए कार्यरत हैं।

## प्राथमिक स्वास्थ्य केंद्र

हमारे देश में 'सभी के लिए स्वास्थ्य' कार्यक्रम के अंतर्गत केंद्र तथा राज्य सरकारों ने स्वास्थ्य संरक्षण सेवाओं को विकसित किया है। देश के प्रत्येक ग्राम में प्राथमिक स्वास्थ्य केंद्र स्थापित किए गए हैं जिनका संचालन किसी प्रशिक्षित उपचारिका (नर्स) अथवा उपचारक द्वारा किया जा रहा है। कुछ प्राथमिक स्वास्थ्य केंद्र अपने क्षेत्रीय अथवा मण्डलीय चिकित्सालयों से भी संबद्ध हैं जहाँ पर सभी प्रकार की स्वास्थ्य सुविधाएँ उपलब्ध हैं। प्राथमिक स्वास्थ्य केंद्र विभिन्न रोगों के उपचार, टीकाकरण (प्रतिरक्षीकरण) एवम् परिवार कल्याण के विभिन्न कार्यक्रमों का प्रचार-प्रसार का कार्य करते हैं। इन केंद्रों में रोगियों को मुफ्त दवा दी जाती है। यह केंद्र स्वास्थ्य संबंधी कार्यक्रमों को जनसंपर्क माध्यमों, जैसे कि पोस्टर, स्वास्थ्य जाँच कैंप, फिल्म, कठपुतली एवम् नुक्कड़ नाटकों के माध्यम से जन-जन तक पहुँचाते हैं।

## विश्व स्वास्थ्य संगठन ( WHO )

विश्व स्वास्थ्य संगठन (WHO) मुख्यत: संपूर्ण विश्व के जन समुदाय के स्वास्थ्य संरक्षण के प्रति समर्पित संस्था है। यह विभिन्न रोगों की रोकथाम, उपचार तथा उन्मूलन संबंधी कार्यक्रमों को हर प्रकार की सहायता देता है तथा प्रायोजित भी करता है। सामान्यत:, जिला मुख्यालय में स्थित मण्डलीय चिकित्सालय, WHO के कार्यक्रम संचालित करते हैं। यह केंद्र नेत्र सुरक्षा, स्वास्थ्य संबंधी जन जागरण अभियान, पर्यावरण स्वच्छता अभियान तथा सामुदायिक स्वास्थ्य मेलों का आयोजन करते हैं।

## यूनिसेफ ( UNICEF )

संयुक्त राष्ट्र संघ की संस्था यूनिसेफ (संयुक्त राष्ट्र अंतर्राष्ट्रीय बाल शिक्षा कोष) विकासशील देशों के नागरिकों की आवश्यकताओं की पूर्ति करती है। यह संस्था बच्चों तथा वयस्कों में शिक्षा, स्वास्थ्य, पर्यावरण की सुरक्षा एवम् संरक्षण तथा ऐसी अनेक समस्याओं के निराकरण हेतु जन जागरण अभियान चलाती है। यूनिसेफ पूरे विश्व समुदाय के बालकों के उत्थान हेतु चलाए जा रहे कार्यक्रमों की आर्थिक एवम् शैक्षणिक सहायता भी करती है।

## तनाव

कभी-कभी हमारे शरीर को प्राकृतिक सीमा से अधिक कार्य करना पड़ता है। इससे हमारे शरीर में तनाव उत्पन्न हो सकता है जिसके कारण अनेक शारीरिक विकार तथा विसंगतियाँ उत्पन्न हो जाती हैं। तनाव के परिणाम संवेगात्मक आघात, अत्यधिक कार्य, अपनी क्षमता से अधिक कार्य करने की सनक तथा मानसिक स्वास्थ्य में दुर्बलता (जो द्वेष, भय, क्रोध तथा ईर्ष्या की भावना के रूप में हो सकती है), आदि हो सकते हैं। घंटों तक लगातार टेलीविजन के कार्यक्रम देखना अथवा कंप्यूटर पर कार्य करना या विभिन्न उद्देश्यों के लिए इंटरनेट का उपयोग करना जीवन-यापन के कुछ आधुनिक तरीके हैं जिनसे तनाव में वृद्धि होती है। रॉक संगीत अथवा पॉप संगीत तथा मोटर गाड़ियों में लगे हुए कर्णभेदी हार्न द्वारा उत्पन्न ध्वनि प्रदूषण तथा लंबी अवधि तक ड्राइविंग (वाहनों को अत्यधिक चलाने) के कारण भी शारीरिक तनाव उत्पन्न होता है। ऐसे सभी कारकों का सबसे अधिक प्रभाव हमारे हृदय तथा रक्तचाप पर पड़ता है। अधिक तनाव की स्थिति में हृदय अधिक तीव्रता से धड़कता है। अत्यधिक तनाव की निरंतर स्थिति बनी रहने से

हमारे अंगों को अत्यधिक क्षति पहुँच सकती है क्योंकि ऐसी स्थिति में मस्तिष्क की उचित ढंग से कार्य करने की क्षमता कम हो जाती है। दीर्घ अवधि तक तनाव की स्थिति बनी रहने से हमारे तंत्रिका तंत्र का बोझ बढ़ जाता है। इससे हमारी मानसिक चैतन्यता का ह्रास भी हो सकता है।

### तंबाकू, मदिरा तथा नशीली दवाओं का सेवन

**(a) धूम्रपान :** हमारे देश में सिगरेट तथा बीड़ी का धूम्रपान तथा तंबाकू खाना बहुत प्रचलित है। तंबाकू का धूम्र एक उत्तेजक है, परंतु साथ ही यह एक धीमा विष भी है। तंबाकू खाने तथा धूम्रपान करने से हमारे शरीर को प्रभावित करने वाले कुछ हानिकारक पदार्थ हैं: निकोटीन, टार, कार्बन मोनोक्साइड तथा कुछ अन्य गैसें। धूम्रपान का व्यसन (लत) तंबाकू में उपस्थित निकोटीन के कारण होता है। निकोटीन हृदय तथा मस्तिष्क दोनों को क्षति पहुँचा सकता है। तम्बाकू का गर्म धुआँ जब फेफड़ों में ठंडा होता है तो उसमें उपस्थित टार जम कर उनमें एकत्रित होता जाता है। इससे फेफड़ों का कैंसर भी हो सकता है। धुएँ में उपस्थित कुछ गैसों द्वारा फेफड़ों के उत्तेजन से खाँसी भी हो सकती है। यह सभी प्रभाव स्वास्थ्य के लिए हानिकारक हैं। धूम्रपान करने वाले व्यक्ति के साथ रहने वाले धूम्रपान न करने वाले व्यक्ति भी अनचाहे ही तंबाकू के धुएँ को श्वास के साथ अंदर लेते हैं। अत:, उनके फेफड़े भी प्रभावित होते हैं। आपको याद रखना चाहिए कि धूम्रपान स्वास्थ्य के लिए हानिकारक है। भारत सरकार द्वारा जारी यह एक अनिवार्य चेतावनी है जो सिगरेट व अन्य तंबाकू-उत्पादों के प्रत्येक पैकेट पर छपी रहती है।

**(b) मदिरा :** मदिरा अथवा शराब आहार नहीं है परंतु यह एक व्यसनी (लत डालने वाला) उत्तेजक पदार्थ है। यह तंत्रिका तंत्र को प्रभावित करती है तथा यकृत को क्षति पहुँचा सकती है। शराब पीकर वाहन (कार, स्कूटर अथवा ट्रक) चलाना बहुत ही खतरनाक है। मदिरा का प्रभाव कई घंटों तक रहता है। मदिरापान भी स्वास्थ्य के लिए हानिकर है। भारत सरकार द्वारा जारी की गई यह भी एक अनिवार्य चेतावनी है।

**(c) नशीली दवाएं :** गांजा, कोकेन तथा हेरोइन (स्मैक) जैसे कुछ पदार्थों का सेवन हमारे मस्तिष्क पर हानिकारक प्रभाव डालता है। इन नशीली दवाओं का उपयोग करने वाला व्यक्ति इनके बिना नहीं रह सकता अर्थात् उसे इनकी लत (व्यसन) पड़ जाती है। क्योंकि इन पदार्थों से मस्तिष्क प्रभावित होता है, अत: इनका सेवन करने वाला व्यक्ति प्राय: अपने शरीर पर नियंत्रण खो देता है। इन नशीली दवाओं की अधिक खुराक से व्यक्ति की मृत्यु भी हो सकती है।

### क्रियाकलाप 3

अपने पड़ोस के 15 परिवारों का सर्वेक्षण कीजिए। इन परिवारों के सदस्यों में व्याप्त ऐसे रोगों की सूची बनाइए जिनसे वह आमतौर पर पीड़ित रहते हैं। बच्चों में विशेष रूप से डायरिया, अतिसार, टाइफ़ॉइड, ज्वर, मलेरिया तथा सर्दी जुकाम जैसे संक्रमण जनित रोगों की सूची बनाइए। यह जानकारी भी प्राप्त कीजिए कि इनमें से कौन-कौन से रोग पूरे वर्ष; कौन-से

केवल शीतकाल, ग्रीष्मकाल अथवा वर्षाकाल में अधिक होते हैं?

**कुछ उत्तर दीजिए**

1. कुपोषण किसे कहते हैं? इसके हानिकारक प्रभाव क्या हैं?
2. हीनताजन्य अरक्तता का उपचार किस प्रकार हो सकता है?
3. संदूषित जल से होने वाले कुछ रोगों के नाम लिखिए।
4. कुछ आहार जन्य रोगों के नाम लिखिए।
5. वायु प्रदूषण हमारे स्वास्थ्य को किस प्रकार प्रभावित करता है?

## 15.3 हीनताजन्य रोग

### विटामिन हीनता

हमारे शरीर को विटामिनों की बहुत कम मात्रा की आवश्यकता होती है। इसलिए, इन्हें सूक्ष्म पोषक कहते हैं। विटामिन हमारे शरीर को ऊर्जा तो प्रदान नहीं करते परंतु हमारे शरीर को विभिन्न पोषकों के प्रभावशाली उपयोग के योग्य बनाते हैं। कभी-कभी हमारा शरीर विटामिनों का संश्लेषण करने में असमर्थ होता है। अत:, यह पदार्थ (विटामिन) आहार द्वारा आपके शरीर को प्राप्त होने चाहिए। किसी संतुलित आहार से वह सभी विटामिन प्राप्त होते हैं जिनकी किसी स्वस्थ व्यक्ति को आवश्यकता होती है। विटामिन दो वर्गों में वर्गीकृत किए गए हैं:

(a) वसा में विलेय विटामिन – विटामिन A, D, E, तथा K।

(b) जल में विलेय विटामिन – विटामिन B समूह तथा विटामिन C। प्रत्येक विटामिन शरीर में कोई विशिष्ट प्रकार्य संपादित करता है। आहार में किसी विशिष्ट विटामिन की कमी से एक विशेष हीनताजन्य रोग हो सकता है। आप विटामिन (A, B, C तथा D) के स्रोत एवम् प्रकार्यों के विषय में पढ़ चुके हैं। अब हम रिकेट्स तथा स्कर्वी का अध्ययन करेंगे जो क्रमश: विटामिन D तथा विटामिन C की हीनता से उत्पन्न होते हैं।

### विटामिन D हीनता रोग (रिकेट्स)

रिकेट्स शब्द का अर्थ है 'मुड़ जाना'। यह शैशवकाल तथा प्रारंभिक बाल्यकाल में होने वाला हीनताजन्य रोग है, जिसमें अस्थियाँ कोमल तथा विकृत हो जाती हैं। यह रोग विटामिन D की कमी से होता है। यह विटामिन कैल्सियम तथा फॉस्फोरस जैसे खनिजों के समुचित अवशोषण के लिए आवश्यक है। शरीर द्वारा इन खनिजों का कम अवशोषण तथा उपयोग, मजबूत एवम् स्वस्थ अस्थियों के बनने में बाधक होते हैं। परिणामत:, **रिकेट्स** नामक रोग हो जाता है। यह रोग अधिकतर आर्थिक रूप से पिछड़े वर्ग के परिवारों के बच्चों में अधिक होता है। इसके प्रमुख लक्षण हैं: (a) बच्चे की हड्डियों में दुर्बलता, जिसके कारण उसके बैठने, घुटनों के बल रेंगने तथा चलने की क्षमता के विकास में विलंब होता है। शिशु के शरीर के भार से हड्डियाँ मुड़कर टेढ़ी हो सकती हैं तथा उनमें एवम् संधियों में विकृति, जैसे कि धनुषाकार टाँगें तथा घुटनों का परस्पर टकराना हो जाते हैं। पसलियों की कोमलता के कारण इस विकृति से बच्चे का वक्ष कबूतरनुमा हो जाता है। (b) उभरा हुआ उदर; तथा (c) दुर्बल पेशियों के कारण हाथ तथा पैरों का आकार अप्राकृतिक हो जाता है। यह बात ध्यान देने योग्य है कि गर्भावस्था तथा स्तनपान कराने की अवधि में (नवजात शिशु को दूध पिलाने की अवधि) महिलाओं में विटामिन D की कमी हो सकती है। शिशु तथा उनकी माताओं के लिए समुचित स्वास्थ्य सुरक्षा कार्यक्रमों के कारण हमारे देश में रिकेट्स प्रभावित बच्चों की संख्या में

पर्याप्त कमी आई है। त्वचा द्वारा विटामिन D का संश्लेषण सूर्य के प्रकाश पर निर्भर करता है। अत:, सूर्य के प्रकाश का अभाव इस रोग के होने का एक कारण है। विटामिन D केवल जंतु स्रोत से प्राप्त आहार, उदाहरणत: मछली के यकृत का तेल, अंडे की जर्दी (पीतक), यकृत, मक्खन तथा गाय के दूध में उपलब्ध होता है। प्रतिदिन 200 से 400 I.U. (अंतर्राष्ट्रीय इकाई) विटामिन D के सेवन से इस रोग की रोकथाम हो सकती है।

## विटामिन C हीनता रोग (स्कर्वी)

विटामिन C (ऐस्कॉर्बिक अम्ल) जल में विलेय विटामिन है। सभी विटामिनों में से यह सर्वाधिक ऊष्मा संवेदी विटामिन है। यह सामान्य वृद्धि तथा पूरे शरीर के अधिकतर ऊतकों के उचित रखरखाव के लिए आवश्यक है। विशेषत:, यह संधियों, अस्थियों, दाँतों एवम् मसूड़ों के लिए आवश्यक है। यह विटामिन नीबू परिवार के सभी फलों, हरी तथा पत्तेदार सब्जियों, टमाटर तथा आलू में प्रचुरता से उपलब्ध है।

भोजन में विटामिन C की हीनता से स्कर्वी रोग होता है। यह सामान्यत: 6 से 8 मास के शिशुओं में अधिक पाया जाता है। परंतु, यह रोग उन शिशुओं में इससे भी कम आयु में भी परिलक्षित हो सकता है जिनकी माता को गर्भावस्था के अंतिम चरण में पर्याप्त मात्रा में संतुलित आहार उपलब्ध न हुआ हो। इस रोग के प्रमुख लक्षण हैं: शिशु के पैरों में दुर्बलता तथा जोड़ों में दर्द। इसके अतिरिक्त, इस रोग से ग्रस्त बच्चा चिड़चिड़ा भी हो जाता है। रोगी शिशु के पैरों में मेंढक के पैरों के जैसे लक्षण दिखाई देने लगते हैं। यदि बच्चे के दाँत निकल रहे हों तो उसके मसूड़े सूज जाते हैं, उनका रंग नीला हो जाता है तथा उनसे खून निकलने लगता है। स्कर्वी के रोगी में दुर्बलता, अरक्तता, मसूड़ों एवम् शरीर के अन्य भागों में सूजन तथा उनसे खून आना जैसे लक्षणों के अतिरिक्त घावों का मंद गति से भरना तथा विभिन्न रोगों के प्रतिरोध क्षमता का ह्रास हो सकता है। स्कर्वी से बचाव के लिए नीबू तथा निंबुकुल के फल, हरी पत्तेदार सब्जियाँ, टमाटर तथा आलू अवश्य खाने चाहिए। आलू को या तो छिलके सहित अथवा उबालकर खाना चाहिए।

स्कर्वी उन शिशुओं में अधिक होता है जिन्हें माँ का दूध उपलब्ध नहीं होता। माँ के दूध की अपेक्षा गाय के दूध में विटामिन C की मात्रा लगभग आधी होती है। दूध को उबालने अथवा उसका पास्तेरीकरण करने पर विटामिन C की मात्रा और भी कम हो जाती है। इसलिए, जन्म के बाद शिशु को कम से कम 8–10 मास तक उसकी माता को स्तनपान अवश्य कराना चाहिए। इस अवधि में शिशु के लिए यही आहार सर्वोत्तम है जिससे उसे सभी आवश्यक पोषक पदार्थ प्राप्त होते हैं। विटामिन C, ताजे फलों तथा शाक-सब्जियों में प्रचुर मात्रा में उपलब्ध है परंतु सब्जियाँ पकाते समय उनमें खाने के सोडे का उपयोग करने से विटामिन C नष्ट हो जाता है। सामान्य आहार में क्योंकि विटामिन C पर्याप्त मात्रा में उपलब्ध नहीं होता, इसलिए नीबू, संतरा, आँवला अथवा आवश्यक होने पर विटामिन C (ऐस्कॉर्बिक अम्ल) की गोलियाँ प्रतिदिन लेनी चाहिए।

## खनिजों की हीनता

खनिज हमारे आहार में उपस्थित अकार्बनिक पदार्थ हैं। इन्हें **पोषक** भी कहते हैं। खनिज हमारे शरीर को किसी भी प्रकार की ऊर्जा प्रदान नहीं करते परंतु शरीर की वृद्धि, उसमें होने वाली टूट-फूट की मरम्मत तथा महत्वपूर्ण शारीरिक प्रक्रमों के नियमन के लिए खनिजों की आवश्यकता होती है। मानव

शरीर में 50 से अधिक रासायनिक तत्व पाए जाते हैं। इन्हें दो वर्गों में रखा गया है: (a) स्थूल खनिज–इनमें कैल्सियम, फॉस्फोरस, सोडियम, पोटैशियम तथा मैग्नीशियम सम्मिलित हैं। (b) सूक्ष्म पोषक–इनमें लोह, आयोडीन, ज़िंक तथा मैंगनीज सम्मिलित हैं।

## कैल्सियम-हीनता

किसी अन्य खनिज की अपेक्षा मनुष्यों को कैल्सियम की अधिक मात्रा की आवश्यकता होती है। 70 kg भार वाले किसी मनुष्य के शरीर में लगभग 1 kg कैल्सियम होता है। हमारे शरीर में कैल्सियम की लगभग 99% मात्रा का उपयोग अस्थियों एवम् दाँतों के निर्माण में होता है। शेष कैल्सियम का उपयोग रक्त, पेशियों तथा तंत्रिकाओं द्वारा किया जाता है। कैल्सियम अनेक महत्वपूर्ण प्रकार्य संपन्न करता है। इस खनिज का अभाव होने पर हृदय का संकुचन दोषपूर्ण हो जाता हैं; रुधिर का थक्काकरण (जमना) नहीं होता तथा पेशियाँ उचित ढंग से संकुचित नहीं होतीं। इसके फलस्वरूप हाथ-पैरों की गति त्रुटिपूर्ण हो जाती है। कैल्सियम-हीनता से अस्थियाँ सरंध्र तथा भंगुर हो जाती हैं तथा दंतक्षय, अनिद्रा तथा उद्वेग (चिड़चिड़ापन) उत्पन्न होते हैं। आप जान चुके हैं कि रिकेट्स से पीड़ित रोगी को आहार में कैल्सियम की पर्याप्त मात्रा में आवश्यकता होती है। दूध तथा दुग्ध-उत्पाद, संपूर्ण गेहूँ, हरी सब्जियाँ, जैसे कि पालक, पत्तागोभी, गाजर, नीबू, संतरा, बादाम तथा अखरोट कैल्सियम के मुख्य स्रोत हैं। बढ़ते बच्चों, गर्भवती महिलाओं एवम् दूध पिलानेवाली माताओं को कैल्सियम की अधिक मात्रा की आवश्यकता होती है।

## फॉस्फोरस-हीनता

समुचित शारीरिक विकास के लिए फॉस्फोरस एक अन्य अति महत्वपूर्ण तत्व है। अस्थियों एवम् दाँतों की समुचित वृद्धि तथा तंत्रिका कोशिकाओं के निर्माण के लिए फॉस्फोरस एवम् कैल्सियम का संतुलन आवश्यक है। यह खनिज कार्बोहाइड्रेट तथा वसा के पाचन के लिए भी अनिवार्य है। खाद्यान्न (गेहूँ, बाजरा तथा मक्का), दलहन (उड़द, सोयाबीन तथा मूँग), फली, अंडे का पीतक, दूध तथा हरी पत्तेदार सब्जियों में फॉस्फोरस प्रचुर मात्रा में उपलब्ध है। फॉस्फोरस की कमी वाले व्यक्तियों को इन खाद्य पदार्थों तथा संतरे व नीबू के रस का सेवन करना चाहिए। प्रतिदिन फॉस्फोरस संवर्धित आहार का सेवन अवश्य करना चाहिए। शरीर में फॉस्फोरस के अभाव से शारीरिक भार में कमी, वृद्धि में रुकावट तथा सामान्य दुर्बलता परिलक्षित होती हैं। इसकी कमी के कारण हड्डियों एवम् तंत्रिका तंत्र के विकास पर भी विपरीत प्रभाव पड़ता है।

## लोह-हीनता

लोह रक्त का एक महत्वपूर्ण संघटक है। यह रुधिर को लालिमा प्रदान करता है तथा ऑक्सीजन का संवहन करता है। रुधिर कोशिकाओं (लाल रुधिर कणिकाओं) के निर्माण में भी लोह की आवश्यकता होती है। किसी वयस्क मनुष्य के शरीर में लगभग 3–4 ग्राम लोह होता है जिसका दो तिहाई भाग रुधिर में उपस्थित होता है। गर्भवती महिलाओं को लोह की विशेष आवश्यकता होती है। इसके अभाव से अरक्तता हो जाती है। शीघ्र थक जाना, भूख न लगना, शरीर का पीला पड़ना, श्वेत नाखून तथा हाथ-पैरों में सूजन शरीर में लोह की कमी के कुछ अन्य लक्षण हैं। हमारे देश में अरक्तता एक आम रोग है। अतः, अरक्तता से पीड़ित लोगों के आहार में सस्ते लोह संवर्धित खाद्य पदार्थों की पर्याप्त मात्रा होनी चाहिए। गेहूँ का चोकर युक्त आटा, गुड़, गहरे हरे रंग की पत्तेदार सब्जियाँ, जैसे कि पालक, बथुआ, चौलाई



## येल्लप्रगद सुब्बा राव

*येल्लप्रगद सुब्बा राव का जन्म 12 जनवरी 1895 को आंध्र प्रदेश के पश्चिम गोदावरी जिले के भीमावरम नामक स्थान में हुआ था। उनकी प्रारंभिक शिक्षा मद्रास (वर्तमान चेन्नै) में हुई। प्रेसिडेंसी कालेज, मद्रास से इंटरमीडिएट करने के उपरांत उन्होंने 1915 में मद्रास मेडिकल कालेज में प्रवेश लिया। सुब्बाराव के लिए जीवन का एकमात्र उद्देश्य घातक रोगों के उपचार खोजना था। उन्होंने अनुभव किया कि रोग मनुष्य के सबसे बड़े शत्रु हैं क्योंकि उस समय भारत में असंख्य लोग घातक रोगों के शिकार हो जाते थे। भारत में अपनी चिकित्सा विज्ञान की डिग्री प्राप्त करने के बाद उन्होंने 1924 में अमेरिका से लाक्षणिक (ट्रॉपिकल) चिकित्सा में डिप्लोमा प्राप्त किया। उनकी इच्छा ऐसी दवाओं की खोज करना था जिनसे ट्रॉपिकल स्प्रू, कैंसर तथा फाइलेरिया (हाथीपाँव) जैसे घातक रोगों का इलाज किया जा सके। 1925 में सुब्बा राव ने डा. साइरस फिस्के की अमेरिका स्थित प्रयोगशाला में मानव ऊतकों में फॉस्फोरस की मात्रा ज्ञात करने की विधि विकसित की। इसे फिस्के-सुब्बा राव विधि के नाम से जाना जाता है। उन्होंने मानव पेशियों के कार्य करते समय तथा संकुचन काल में होने वाले जैव-रासायनिक प्रक्रमों (परिवर्तनों) की खोज की। उनके शोध से ज्ञात हुआ कि विश्राम की अवस्था में पेशियों में फास्फोक्रिएटिन की मात्रा किसी थकी हुई पेशी की अपेक्षा अधिक होती है। सुब्बा राव को इस कार्य के लिए 1930 में डॉक्ट्रेट की उपाधि से सम्मानित किया गया। बाद में उन्होंने पर्नीसियस ऐनीमिया नामक रोग के कारक की खोज करने के साथ-साथ यह भी खोज निकाला कि इसके उपचार में विटामिन $B_{12}$ की महत्वपूर्ण भूमिका है। उनकी इस खोज से विश्वव्यापी स्तर पर विटामिनों पर शोध कार्य प्रारंभ हुआ। उन्होंने यह भी खोज निकाला कि ट्रॉपिकल स्प्रू नामक रोग के लिए शरीर में फोलिक अम्ल की हीनता उत्तरदायी है। सुब्बा राव ने टेट्रासाइक्लीन नामक प्रतिजैविक पर भी कार्य किया जिसका उपयोग व्यापक प्रभावी प्रतिजैविक के रूप में बहुत अधिक किया जा रहा है। उन्होंने फाइलेरिया (हाथीपाँव) की औषधि डाइएथिल कार्बामाज़ीन की खोज की। उन्होंने रक्त कैंसर (ल्यूकेमिया) की प्रभावी औषधि टिऑप्टेरीन भी विकसित की। सुब्बा राव के जीवन का एकमात्र लक्ष्य रोगों पर विजय प्राप्त करना था। उनकी मृत्यु 1948 में 53 वर्ष की अल्पआयु में हुई। उनकी मृत्यु से भारत ने एक होनहार वैज्ञानिक खो दिया।*

तथा अमरूद ऐसे सस्ते खाद्य हैं जिनमें लोह प्रचुर मात्रा में पाया जाता है।

प्रसिद्ध भारतीय वैज्ञानिक येल्लप्रगद सुब्बा राव ने पर्नीशियस ऐनीमिया (अरक्तता) के उपचार में विटामिन के महत्व की खोज की। उन्होने हाथी पाँव (फाइलेरिया) के उपचार हेतु भी औषधि की खोज की थी।

### आयोडीन-हीनता

आयोडीन शरीर के लिए एक महत्वपूर्ण आवश्यक खनिज है। यह थायरॉक्सिन नामक हॉर्मोन का अत्यंत महत्वपूर्ण संघटक है। यह हॉर्मोन ग्रीवा में स्थित थाइरॉइड नामक अंत:स्रावी ग्रंथि द्वारा स्रावित होता है। आयोडीन की कमी के कारण अनेक विकार

**सारणी 15.2**
**कुछ विटामिन तथा खनिजों के स्रोत, प्रकार्य तथा उनके हीनताजन्य रोग**

| *विटामिन/खनिज* | *स्रोत* | *आवश्यकता* | *हीनताजन्य रोग* |
|---|---|---|---|
| विटामिन C | संतरा<br>नीबू<br>अंगूर<br>हरी पत्तेदार<br>सब्जियाँ<br>आलू<br>आँवला | स्वस्थ त्वचा एवम् मसूड़ों के लिए; शरीर में घावों को तीव्रता से भरने के लिए। | स्कर्वी: मसूड़ों तथा नाक से रक्तस्राव। शरीर के अंदर रक्तस्राव। |
| विटामिन D | दूध, मक्खन, अंडे, मछली, यह सूर्य के; प्रकाश में त्वचा द्वारा भी संश्लेषित किया जाता है। | अस्थियों एवम् दाँतों की मजबूती के लिए। | रिकेट्स: अस्थियाँ कोमल तथा टेढ़ी हो जाती हैं। |
| कैल्सियम | दूध, अंडा | मजबूत दाँत तथा हड्डियों के लिए। | रिकेट्स |
| फॉस्फोरस | दूध, सेब, सब्जियाँ, सूखे फल, दलहन, हरी मिर्च, गिरी, राई | बच्चों की वृद्धि एवम् विकास के लिए तथा महिलाओं के लिए अधिक मात्रा में आवश्यक। शारीरिक शक्ति, मानसिक विकास, पाचन में सहायक। | दाँत तथा अस्थियाँ कमजोर हो जाती हैं; मानसिक कमजोरी, बच्चों में रिकेट्स। |
| आयोडीन | समुद्री भोज्य पदार्थ, हरी पत्तेदार सब्जियाँ, अदरक, जल, मछली के यकृत का तेल; नमक | थायरॉक्सिन हॉर्मोन के लिए। शारीरिक ताप का नियंत्रण, मानसिक विकास। | घेंघा: आयोडीन-हीनता विकार |
| लोह | यकृत (कलेजी), गुड़, पालक, बथुआ, चौलाई | लाल रुधिर कणिकाओं के निर्माण के लिए। | अरक्तता: शरीर के रंग में फीकापन तथा ऊर्जा का ह्रास |

1. हीनताजन्य रोग कौन-से हैं? उचित उदाहरण देकर समझाइए।
2. शरीर में विटामिन-हीनता से उत्पन्न होने वाले कुछ रोगों की सूची बनाइए।
3. शरीर में लोह तथा आयोडीन के क्या प्रकार्य हैं?
4. विटामिन तथा कैल्सियम के कुछ प्रमुख स्रोतों के नाम लिखिए।
5. स्कर्वी तथा रिकेट्स के कारक कौन-से हैं?

उत्पन्न हो सकते हैं जिसके परिणामस्वरूप बच्चों में वृद्धि रुक जाती है तथा उनमें मानसिक अक्षमता के लक्षण भी दृष्टिगोचर होने लगते हैं। आयोडीन-हीनता के कारण थाइरॉइड ग्रंथि का आकार असामान्य रूप से बढ़ जाता है जिसे **गलगंड** अथवा **घेंघा** कहते हैं। समुद्री क्षेत्र में रहने वाले व्यक्तियों में यह रोग सामान्यत: नहीं होता। इसका मुख्य कारण यह है कि वहाँ के लोग पर्याप्त मात्रा में समुद्री खाद्य खाते हैं, जिनमें आयोडीन प्रचुर मात्रा में पाया जाता है। घेंघा रोग पहाड़ी क्षेत्र के व्यक्तियों में अधिक परिलक्षित होता है क्योंकि यहाँ की मिट्टी तथा जल में आयोडीन का अभाव होता है। हमारे देश के अनेक भागों में घेंघा रोग एक आम विकार के रूप में दिखाई देता है। नमक तथा पेय जल में आयोडीन लवण मिलाने से इस रोग पर नियंत्रण पाया जा सकता है।

सारणी 15.2 में कुछ विटामिन तथा खनिजों के आहारीय स्रोत तथा उनकी हीनता से उत्पन्न होने वाले रोगों को संक्षिप्त रूप में दर्शाया गया है। आप विटामिन तथा खनिजों के विषय में अधिक जानकारी अगली कक्षाओं में प्राप्त करेंगे।

**प्रमुख शब्द**

वायुवाहित रोग, अरक्तता (ऐनीमिया), संतुलित आहार, स्वच्छता, हीनताजन्य रोग, व्यायाम, घेंघा, लत डालने वाले पदार्थ, स्वास्थ्य, कुपोषण, सूखा रोग, क्वाशिओरकर, मनोरंजन, रिकेट्स, स्कर्वी, टीकाकरण, विटामिन-हीनता, जलवाहित रोग, मानसिक तनाव, सामुदायिक स्वास्थ्य।

## सारांश

अच्छे स्वास्थ्य के लिए शरीर की देखभाल आवश्यक है।

अच्छा स्वास्थ्य बनाए रखने के लिए नियमित व्यायाम सहायक है।

अनेकों राष्ट्रीय संगठन तथा अंतर्राष्ट्रीय स्वास्थ्य संगठन (WHO) स्वास्थ्य चेतना जगाने तथा स्वास्थ्य का स्तर सुधारने के लिए विभिन्न कार्यक्रम चला रहे हैं।

समयबद्ध तरीके से टीकाकरण विशिष्ट रोगों से प्रतिरक्षा तथा उनके विरुद्ध प्रतिरोध का विकास करने में सहायता करता है।

संतुलित आहार, स्वच्छता तथा रोकथाम के उपाय अपनाकर अनेक रोगों का नियंत्रण किया जा सकता है।

संचरणीय रोग जल, भोजन, वायु, रोगी व्यक्ति से सीधे संपर्क, कीट, कृमि तथा जंतुओं द्‌वारा फैलते हैं।

समय रहते सावधानी अपनाने से संक्रामक रोगों को फैलने से रोका जा सकता है।

नाखून तथा बाल विभिन्न रोगों के वाहक भी हो सकते हैं।

धूल के कण आँखों तथा आंतरिक अंगों के लिए हानिकारक हो सकते हैं।

रिकेट्स शैशव तथा प्रारंभिक बाल्यकाल की अवधि में हीनताजन्य रोग है जिसमें हड्डियाँ कोमल होकर विकृत हो जाती हैं।

आहार में विटामिन C की हीनता (कमी) से स्कर्वी नामक रोग हो जाता है। सामान्यत:, यह 6 से 8 मास तक के शिशुओं में दृष्टिगोचर होता है। परंतु, यह उन नवजात शिशुओं में और भी कम आयु में परिलक्षित होता है जिनकी माँ को गर्भावस्था की अंतिम अवधि में संतुलित आहार प्राप्त नहीं होता।

## अभ्यास

1. किसी व्यक्ति का स्वास्थ्य उसके आस-पास के वातावरण से प्रभावित हो सकता है। इस कथन की पुष्टि दो उदाहरणों की सहायता से कीजिए।
2. यदि आपका घर तो साफ हो परंतु आपके अड़ोस-पड़ोस का वातावरण गंदा तथा अस्वच्छ हो तो क्या आपका स्वास्थ्य ठीक रह सकता है? यदि नहीं, तो क्यों?
3. सामुदायिक स्वास्थ्य बनाए रखने के लिए आप कौन से उपाय अपनाएँगे?
4. पोषण संबंधी रोग क्या हैं? इसके दो उदाहरण दीजिए।
5. क्या होगा यदि आपका आहार असंतुलित हो?
6. जीवाणुओं द्‌वारा होने वाले किन्हीं दो रोगों के नाम लिखिए।
7. प्रदूषित वायु किसे कहते हैं? सिगरेट पीना स्वास्थ्य के लिए किस प्रकार हानिकारक होता है?

8. मदिरा ᠎ रे शरीर को किस प्रकार प्रभावित करती है? नशीले पदार्थों के सेवन क ᠎ ी लत) घातक क्यों है?

9. कैल्सियम ता से उत्पन्न होने वाले तीन रोगों के उदाहरण दीजिए।

10. मानव, घरेलू तथा औद्योगिक अपशिष्टों का अनियंत्रित निपटान जल स्रोतों को किस प्रकार प्रभावित करता है?

11. डायरिया रोग में शरीर का निर्जलीकरण क्यों हो जाता है? इसे कैसे रोका जा सकता है?

12. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए

(i) स्वास्थ्य शरीर के ——— ठीक से कार्य करने की स्थिति है।

(ii) किसी व्यक्ति का स्वस्थ रहना उस व्यक्ति एवम् उसके ——— पर निर्भर करता है।

(iii) सामुदायिक स्वास्थ्य एवम् ——— बहुत महत्वपूर्ण हैं।

(iv) शरीर द्वारा किसी बाह्य कारक के प्रति प्रतिक्रिया से होने वाले रोग को ——— कहते हैं।

13. कारण बताते हुए स्पष्ट कीजिए कि निम्नलिखित कथन सत्य हैं अथवा असत्य:

(i) अच्छे स्वास्थ्य का अर्थ है शरीर का रोग-मुक्त होना।

(ii) यदि आप संतुलित आहार ले रहे हैं तो आपका स्वच्छ रहना आवश्यक नहीं है।

14. उचित उदाहरणों की सहायता से निम्नलिखित की व्याख्या कीजिए:

(i) कुपोषण

(ii) घरेलू मक्खियों द्वारा रोगों का संचरण

(iii) मोटापा

(iv) स्कर्वी

(v) अतिविटामिनता

(vi) तंबाकू के दुष्प्रभाव

(vii) अरक्तता (ऐनीमिया)

(viii) रिकेट्स

(ix) क्वाशिओरकर

(x) सूखा रोग (मरास्मस)